

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANAIIS

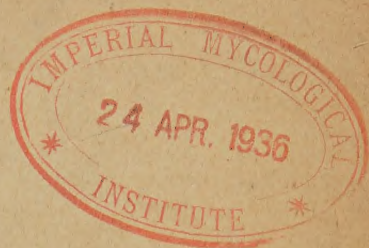
DO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Vol. VII—Fasc. 1.º



1935
COMPOSTO E IMPRESSO
— NA —
OTTOSGRAFICA
- CONDE BARÃO, 50 -
LISBOA



Indice Geral do Volume VI

FASC. 1.º

PROF. MÁRIO DE AZEVEDO GOMES—Estudo Biográfico sôbre o Engenheiro-Agrônomo Joaquim Pedro da Assunção Rasteiro	7
PROF. C. DE MELO GERALDES—Note critique sur l'encouragement à l'Agriculture indigène aux colonies portugaises	31
PROF. C. DE MELO GERALDES (avec la collaboration du PREPARATEUR FREDERICO GOUVEIA)—Contribution à l'étude des caractéristiques des arachides à lá Guinée Portugaise	36
PROF. AUXILIAR ÁLVARO DE LENCASTRE ARAÚJO BOBONE—Ensaio sôbre a caracterização das variedades da Oliveira—Estudo biométrico.....	45
PROF. AUXILIAR JOSÉ CUNHA DA SILVEIRA—Contribution à l'étude du pulghère aux îles du Cap Vert.....	116
ENGENHEIRO QUÍMICO ANTÓNIO DA COSTA CABRAL—A madeira de "Eucalyptus Globulus," como matéria prima da indústria da celulose	126

FASC. 2.º

PROF. ANTÓNIO DE SOUSA DA CÂMARA—Produção de mutações na Drosophila pseudo-obscura por meio de temperaturas elevadas	7
PROF. ANTÓNIO DE SOUSA DA CÂMARA—Um estudo citológico de "Triticum monoccum L,"	32
PROF. AUXILIAR JOÃO DE CARVALHO E VASCONCELOS—Étude technologique de Coprahs du Mozambique.....	63
PROF. AUXILIAR JOÃO DE CARVALHO E VASCONCELOS—Herborizações na Tapada da Ajuda	74
ENGENHEIRO QUÍMICO ANTÓNIO HOMEM DA COSTA CABRAL—Óleos essenciais dos eucaliptos.....	78
PROF. JAIME BOAVENTURA DE AZEVEDO (prefácio). CARLOS SIMÕES (catalogação). —O Instituto Superior de Agronomia e a sua actividade científica.....	82

Digitized by the Internet Archive
in 2025

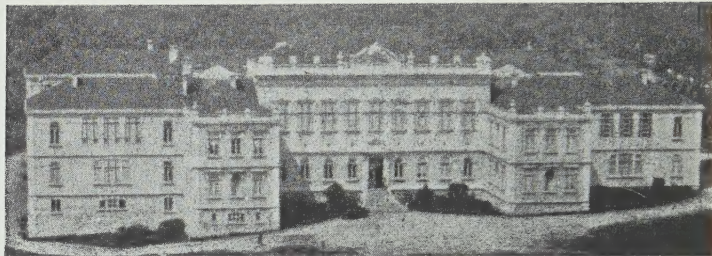
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ANALIS

ANALIS

DO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA



INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANAIIS

DO

SUMÁRIO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

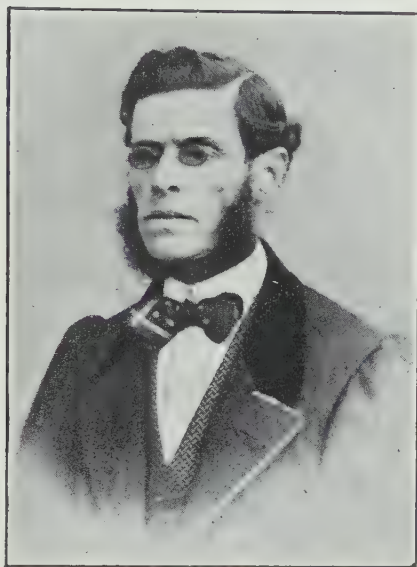
Vol. VII—Fasc. 1.º



1935
COMPOSTO E IMPRESSO
NA
OTTOSGRAFICA
- CONDE BARÃO, 50 -
LISBOA

SUMÁRIO

- PROF. FERNANDO DE ALMEIDA E VASCONCELOS—Uma prioridade da ciência matemática portuguesa—Daniel Augusto da Silva e a constituição da astática (1814-1878).
- PROF. A. SOUSA DA CÂMARA—Efeitos dos Raios X nos cromosomas do *Tritium monococcum*—Sua análise na apreciação na filogenia do Trigo.
- PROF. RUI DE FERRO MAYER—Contribuição para o estudo dos factores climáticos nas suas relações com a hidráulica agrícola.
- PROF. CARLOS DE MELO GERALDES—Breves considerações sobre a protecção da flora nas colónias.
- PROF. CARLOS DE MELO GERALDES—Sobre o futuro da palmeira do azeite nas nossas colónias perante a concorrência das plantações do Oriente.



DANIEL AUGUSTO DA SILVA

Uma prioridade da ciência matemática portuguesa

Daniel Augusto da Silva (1814-1878) e a constituição da Astática ⁽¹⁾

POR

FERNANDO DE ALMEIDA E VASCONCELOS

Professor do I. S. A.

Em 1919, o professor da Universidade de Roma, Aldo Mieli, que já se fizera notar por suas importantes investigações sobre a história das ciências, fundou a revista *Archeion*, arquivo dessa especialidade, como a sua irmã mais velha, a bem conhecida *Isis*. Em torno da nova revista, como colaboradores e amigos, foram-se grupando os especialistas desses estudos, de Itália e do estrangeiro, e em breve, espontaneamente, estava formado um núcleo de historiadores das ciências, nos seus vários departamentos e épocas. Dando-se forma orgânica e legal a essa agrupação de simpatias e afinidades, decidiu-se em 1928 a constituição dum «Comité International d'Histoire des Sciences», que assentou a sua sede em Paris, sob o patrocínio do governo de vários países. Foi eleito seu secretário geral perpétuo o fundador, tomou-se para órgão central de publicidade a revista *Archeion* e foram seus primeiros presidentes os ilustres Gino Loria, de Génova, Charles Singer, de Londres, e Karl Sudhoff, de Leipzig. Trinta e dois membros efectivos e sessenta correspondentes, e uma vasta rede de grupos aderentes nos mais diversos países formaram o elenco de trabalhadores, que se propunha a obra ingente de reconstituir a história geral das ciências.

(1) Conferência lida na sessão inaugural da Secção de Lisboa do Grupo Português aderente ao *Comité (Académie) International d'Histoire des Sciences*, em 6 de Abril de 1933, na Sociedade de Geografia.

Mas, a breve trecho, perante o concurso de devotos investigadores especializados que acudiam, foi necessário ampliar êsse número para 150, dos quais 50 efectivos e 100 correspondentes, e ao nome provisório e modesto de *Comité* sucedeu o título oficial *Académie Internationale d'Histoire des Sciences*. Algumas comissões permanentes foram organizadas para divisão do trabalho, umas vezes atendendo a problemas de urgência, outras reconhecendo categoria a especialidades brilhantemente representadas no seio da nova Academia. Foi o *Bureau des priorités*, que satisfazia a legítimas reivindicações, e foram as comissões de rectificação de erros geralmente difundidos, de bibliografia, de transcrição dos nomes próprios de línguas que não usam o alfabeto latino, de estudos sobre a ciência árabe e de publicação dum *Corpus medicorum arabicorum*.

Para que Portugal se fizesse representar nessa falange internacional de historiadores da ciência, o Prof. Mieli veio expressamente ao nosso país, fez saber que nos eram reservados dois lugares de membros do Comité Central e conferiu poderes a alguns intelectuais das suas relações. O resultado das diligências em Lisboa foi comunicado pelo pequeno relatório, que a comissão organizadora fêz distribuir pelos sócios fundadores da Secção de Lisboa do Grupo português de História das Ciências. Por êle foram também informados do carácter inteiramente franco, da maior flexibilidade, que se adoptou para esta organização puramente espiritual.

De facto, ainda sob o prestígio da velha palavra «Academia», que desde os áureos dias de Platão e da moda generalizada por Richelieu significa comunhão espiritual, urbanidade e livre exercício da inteligência, pareceu à comissão organizadora que o convívio e a aproximação entre os cultores e amigos da história da ciência, sem outro programa que a cooperação intelectual, seriam os objectivos a perseguir. E como Portugal tem numerosas reivindicações científicas a apresentar ante a opinião mundial, pareceu-nos também que não deveríamos deixar de ocupar e utilizar a tribuna ilustre, que se nos oferecia (1).

Dentro dêste programa de realidade nos reunimos hoje para iniciar o nosso convívio. E nas palavras inaugurais, que tenho de pro-

(1) Por ocasião do 3.º Congresso Internacional de História das Ciências, reunido em Coimbra, em Outubro de 1934, foi eleito Presidente da Academia, o Prof. Quido Vetter, de Praga, e Presidente da Comissão Internacional de Prioridades Científicas, o Prof. Fernando de Vasconcelos, de Lisboa.

nunciar, ocuparei a esclarecida atenção de V. Ex.^{as}, justamente, com uma insigne prioridade da matemática portuguesa relativa ao equilíbrio astático, capítulo importante da Mecânica que mereceu atenção cuidadosa e deu origem a memórias excelentes e muito desenvolvidas dos mais ilustres géometras do século XIX.

Antes porém de tratar dêste assunto, tão transcendente e tão glorioso para a ciência portuguesa, cumpre-me o doloroso dever de recordar o luto que, desde há pouco mais de um mês, pesa sobre nós pelo falecimento do eminente analista e insigne cultor da história da matemática, Dr. Gomes Teixeira.

Não é esta a ocasião de prestar o preito devido ao sábio glorioso que, mesmo na idade proecta a que chegára, trabalhava assiduamente e, ainda ultimamente, fizera brilhantes conferências no Instituto de Altos Estudos sobre as matemáticas em Portugal, impulsinando também, com o prestígio do seu nome, a formação do Grupo português de História das Ciências, de cuja Secção do Pôrto era illustre Presidente. Lembrarei apenas que Gomes Teixeira, homem de profunda ciência, carácter sem mancha, crente fervoroso e coração de oiro era um grande matemático de reputação mundial, verdadeira honra do nosso País que nêle contava um dos seus mais illustres filhos.

Duma fecundidade nunca vista em Portugal, em assuntos tão difíceis, as suas memórias científicas e os seus artigos nas revistas da especialidade, portuguesas e estrangeiras, constituem muitos volumes cujo mérito relevante levou a antiga Câmara dos Pares, em 1900, por iniciativa do Professor da Universidade de Coímbra, Dr. Gonçalo de Almeida Garrett, a prestar-lhe honrosa homenagem mandando que fôsem publicadas à custa do Estado as suas obras.

Fundador, em 1877, do *Jornal de Ciências Matemáticas e Astronómicas*, de que saíram quinze volumes, Gomes Teixeira conseguiu com a sua actividade verdadeiramente excepcional e largo espirito de iniciativa, reanimar, entre nós, o gôsto por estas ciências e dar a Portugal uma posição nos trabalhos internacionais relativos ao desenvolvimento e progresso das mesmas ciências.

Substituída esta publicação pelo que respeita à ciência matemática, em 1905, pelos *Anais da Academia Politécnica* e depois pelos *Anais da Faculdade de Ciências*, do Pôrto, ainda sob a sua direcção, Gomes Teixeira obteve a colaboração dos nossos matemáticos mais

em evidência, além da colaboração importante de distintos matemáticos estrangeiros. Aberta, ao mesmo tempo, aos trabalhos de todos os jovens que se distinguíam no estudo dessa ciência, foi um alto estímulo para todos, favorecendo a cultura geral e constituindo um elemento de subido valor para o progresso das investigações de ordem elevada, no nosso meio.

Os escritos de Gomes Teixeira no seu jornal, em livros e nas revistas estrangeiras, pelo que respeita à análise matemática e à geometria, constituem uma obra imensa, em que, além de outros, o *Curso de Cálculo Infinitesimal*, que recebeu o prémio D. Luiz I, instituído por aquele monarca, e o *Tratado das Curvas Especiais*, premiado pela Academia das Ciências de Madrid, livros de renome universal entre os que cultivam as altas matemáticas, marcam ao nosso sábio compatriota, um lugar de destaque entre os géometras contemporâneos.

O *Tratado das Curvas*, na parte que se refere à história das curvas, foi também laureado pela Academia das Ciências de Paris, com o *Prémio de História e Filosofia das Ciências*.

Sócio emérito da Academia das Ciências de Lisboa, do Instituto de Coimbra, da Sociedade das Ciências Físicas e Naturais de Bordeus, do Círculo Matemático de Palermo e de muitas outras corporações científicas, o Doutor Gomes Teixeira recebeu numerosas e justificadas consagrações dos seus méritos excepcionais, e ainda ultimamente, em 6 de Fevereiro, ante-véspera da sua morte, foi eleito membro correspondente da Academia Internacional de História das Ciências; cabendo-me a mim, que tive igualmente a insigne honra de ser eleito, naquela data, membro correspondente da mesma Academia, escrever para o *Archéion* o seu panegírico (1) a que, por obrigação, mas também por devoção carinhosa, me vou consagrar, meditando a sua bela obra e focando o seu privilegiado talento e as suas nobilíssimas virtudes morais e cívicas, que fizeram do ilustre catedrático, nos últimos tempos, o expoente máximo do estudo, do saber, do génio e da humildade.

Honrando a sua memória, marcamos o lugar devido a uma das mais prestigiosas figuras de Portugal, bela alma de sábio e de cristão, e grande matemático de reputação mundial.

E será sob a sua égide que vou iniciar a minha Dissertação, que

(1) Publicado no Vol. XV—N.º 1—pp. 164-167.

tratará, como já disse, duma questão importante de prioridade sôbre determinadas proposições da Astática, ramo da Mecânica de que Möbius, Daniel da Silva e Darboux foram os principais fundadores e organizadores.



No estudo desta teoria e, dum modo geral, na história das ciências matemáticas ocupa, sem a menor dúvida, lugar primacial o nosso Daniel da Silva, sábio eminente, que, pelos seus trabalhos cheios de originalidade e profundidade de vistas, publicados nas colecções científicas da Academia Real das Ciências de Lisboa, ilustrou com o seu nome o nome português, e conquistou o direito de enfileirar entre os géometras mais notáveis do seu tempo.

Nasceu Daniel Augusto da Silva em Lisboa, na freguesia dos Mártires, em 16 de Maio de 1814, e, tendo seguido o curso de Oficial de Marinha na Academia Real de Marinha, transformada mais tarde na gloriosa Escola Politécnica, e na Academia Real dos Guardas-Marinhas, foi nestas escolas um dos estudantes mais distintos, revelando desde logo a sua notável aptidão para as ciências matemáticas. Nomeado Guarda-Marinha em 25 de Agosto de 1833, obteve autorização do Governo para frequentar a Faculdade de Matemática da Universidade de Coimbra, onde fêz acto de formatura em 16 de Julho de 1839, tendo por professores, Rodrigo Ribeiro de Sousa Pinto, Francisco de Castro Freire, Tomás de Arquino, Agostinho José Pinto de Almeida, e outros. Terminado êste curso em que obteve *Partido* no primeiro e segundo anos, e classificação final de *Muito Bom* e *Bom*, voltou o Futuro Professor para Lisboa, a retomar o seu lugar de Oficial de Marinha, até 1845, data em que passou a exercer o professorado na Academia dos Guardas-Marinhas, transformada por Decreto de 19 Maio dêsse ano na actual Escola Naval.

Nomeado Lente Substituto da Cadeira de Elementos de Mecânica, Astronomia Esférica e Náutica, e da Cadeira de Princípios de Óptica, construção e uso dos instrumentos de reflexão, prática das observações astronómicas, etc.; foi promovido em 31 de Agosto de 1848 a proprietário da Cadeira de Artelharía, Geografia e Hidrografia, e nesta Cadeira se conservou até 1865, data da sua jubilação que, por doença adquirida no trabalho extenuante do professorado e no labor

de valiosa investigação científica, ainda bastante novo, foi forçado a requerer.



Para o conhecimento da carreira mental de tão ilustre geômetra a principal fonte a que podemos recorrer é a interessante carta auto-biográfica dirigida ao Dr. Gomes Teixeira em 6 de Janeiro de 1872 e por êste divulgada em 1902 (1), verificando-se, ao estudarmos a sua obra científica, que esta compreende duas fases distintas.

Na primeira, que vai de 1850 a 1854, apresentou o sábio matemático à publicidade três trabalhos da maior importância, dois sobre mecânica e um sobre aritmética superior, trabalhos que revelam de um modo irrefutável, a originalidade do grande espírito que os concebeu, e o seu notabilíssimo engenho no emprêgo dos métodos algébricos e dos métodos geométricos, no estudo da ciência de que Daniel da Silva foi, em Portugal, um dos mais eminentes cultores. É a fase da paixão pelo estudo das ciências matemáticas levada, no dizer de Daniel, a tal excesso de aplicação e contensão de espírito que nêle produziu doença grave, obrigando o sábio ilustre a abandonar durante muitos anos o trabalho, e a nem mesmo poder rever as provas da sua última Memória dêste brilhantíssimo ciclo.

Ao primeiro dêstes trabalhos, intitulado *Memória sobre a rotação das forças em torno dos pontos de aplicação* (1850), se refere a monografia que apresentei à Academia das Ciências de Lisboa, em 1912, e que esta douta corporação, em parecer, de que foi relator o eminente matemático Dr. Gomes Teixeira, mandou publicar (2). No estudo dêste capítulo da Mecânica reconhece-se, ao compararmos os métodos empregados pelos três ilustres geômetras, Möbius, Daniel da Silva e Darboux, como são cheios de elegância e originalidade os métodos empregados pelo sábio matemático português, que o levaram a muitos resultados e teoremas que se não encontram nos trabalhos dos geômetras saxão e francês, o primeiro dos quais tratou o assunto antes de Daniel (1837), e o segundo, posteriormente (1877), e ainda conduziram

(1) *Apointamentos biográficos sobre Daniel Augusto da Silva* ("Boletim da Direcção Geral da Instrução Pública," Lisboa, 1902, t. I).

(2) *Sobre a rotação das forças à roda dos pontos de aplicação e o equilíbrio astático*, por Fernando A. L. e Vasconcellos (Coimbra, Imp. da Univ., 1912).

o nosso matemático à descoberta de proposições, algumas das quais vieram a ser reinventadas por Darboux.

No volume, correspondente a 1851, da colecção de memórias da Academia das Ciências de Lisboa (1), foi publicado, além do trabalho a que acima nos referimos, o segundo trabalho de Daniel da Silva, intitulado *Da transformação e redução dos binários*, o qual, não tendo a importância, nem a originalidade do primeiro é, todavia, notável. Nesta memória, que, segundo Francisco Horta (2), foi composta antes da acima mencionada, encontrou o nosso geômetra o modo de simplificar a exposição da teoria dos binários, em especial, na parte relativa à decomposição dos binários, em outros colocados em planos coordenados oblíquos, por meio de uma representação geométrica destes grupos de forças.

O terceiro trabalho de Daniel da Silva, denominado *Propriedades gerais e resolução directa das congruências binómicas*, foi publicado em 1854 no volume I da nova série de *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*. Como o primeiro trabalho, atrás referido, é muito extenso e valioso, nêle se contêm fórmulas novas, novas demonstrações e aplicações dos teoremas clássicos, para a resolução das congruências lineares e das congruências binómicas.

Nesta memória a que se refere com a maior admiração Christoforo Alasia, na *Rivista di fisica, matematica e scienze naturali* (Pavia, IV, 179-208) (3), são especialmente dignos de nota os capítulos I, II, III e IX. Nos capítulos I e II dá o nosso sábio compatriota a extensão de uma fórmula de Poincaré (4) para determinar o número de números primos com um número dado, inferiores a êle; e apresenta uma fórmula simbólica nova e muito útil, da qual deduziu, com extrema facilidade, um teorema de Euler (5), que diz respeito também ao número de números primos com outro número dado, que são inferiores a êste; obtém ainda uma expressão nova da soma daquêles números; e deduz um teorema que contém como caso particular a generalização de um teorema célebre de Fermat, dada por Euler, no tomo VII, da *Nova Acta Petropolitana*.

(1) *História e Memórias da Academia Real das Sc. de Lisboa*, 2.^a s., t. III.

(2) *Annaes de Sciencias*, t. II, Lisboa, 1858.

(3) *Sullo stato della teoria delle congruenze binomie avanti il 1852* (note a proposito di una memoria di D. A. Silva).

(4) *Réflexions sur la théorie fondamentale de la théorie des nombres*, p. 48.

(5) *Nov. Com. Acad. Sc. St.—Petersbourg*, t. VIII.

No capítulo III, encontra-se a demonstração directa de uma fórmula que antes Gauss tinha obtido indirectamente, e que julgava difícil obter por meios directos (1); várias consequências novas desta fórmula; e a dedução de um teorema importante relativo ao número de raízes primitivas das congruências binómicas, publicado por Lambert, em 1769, nas *Acta eruditorum* de Leipzig. No capítulo IX há ainda a mencionar outras curiosas investigações sobre as propriedades e o cálculo das raízes modulares.

Foi em seguida à apresentação e elaboração da tão notáveis trabalhos como os que acabamos de citar, que Daniel da Silva foi atingido por grave doença, diuturna e gravíssima enfermidade, que, no dizer de Gomes Teixeira, grande admirador e amigo de Daniel, veio cortar-lhe os vãos com que seguia rapidamente a tomar lugar entre os primeiros géometras do seu tempo, e que lhe deram jus ao primeiro lugar entre os géometras portugueses.

De 1854 a 1866 não pôde Daniel da Silva trabalhar, como era seu desejo, mas, apenas restabelecido, voltou a ilustrar com o seu talento as colecções da Academia que elle tanto amava. Aparecem, a partir de então, os trabalhos da segunda fase, aquella em que no dizer do sábio matemático na carta ao Dr. Gomes Teixeira, já citada, a paixão pelo estudo das ciências matemáticas se transformou, convertendo-se, pela força das circunstâncias num amor mais platónico. Notaremos os seguintes trabalhos:

Nota sobre alguns teoremas novos de estática (*Jornal de Ciências matemáticas, físicas e naturais*, vol. 1.^o, 1866), em que o seu autor apresenta duas expressões notáveis, independentes dos eixos coordenados, do produto da resultante de um sistema de forças pelo binário resultante mínimo.

Amortização anual média nos principais montepios de sobrevivência portugueza (*Jornal de Ciências matemáticas, físicas e naturais*, vol. I, 1867), no estudo das condições económicas dos quais Daniel da Silva introduziu a consideração de um certo número, a que chamou *taxa média*, ensinando o modo de o calcular, e fazendo notar a sua importância *para o cálculo das cotas e pensões*. A este respeito, diz Gomes Teixeira nos *Apontamentos biográficos sobre Daniel Augusto da Silva*:

«As questões relativas a montepios interessaram muito o nosso

(1) *Desquisitiones arithmeticae*, n.^o 86.

geómetra que, juntando a um grande espírito um coração cheio de bondade, receava as calamidades, que da sua má organização provêm para as famílias que lhes confiam os seus haveres. Por isso se ocupou dêles em artigos publicados nos N.^{os} 4004, 4006, 4012, 4018 e 4019 do *Jornal do Comércio*, de Lisboa, onde fêz a crítica do projecto para a criação do Montepio Oficial, apresentado às Côrtes em 1867, e em um opúsculo intitulado *O Presente e o futuro do Montepio Geral*, publicado em 1868, onde se ocupou das condições em que então se encontrava êste último Montepio.

«Nestas questões relativas a montepios e noutras questões sociais importantes representam um papel essencial certos valores médios relativos ao movimento da população, que no tempo de Daniel da Silva se iam buscar às estatísticas dos países estrangeiros, a-pesar-dos resultados que estas fornecem não serem aplicáveis a Portugal, onde as condições de vida são diferentes das que se dão nos países a cujas estatísticas se recorria. E, todavia, existiam já nesse tempo no nosso país alguns elementos estatísticos para calcular os valores médios que lhe são aplicáveis. Êste cálculo fê-lo o nosso sábio matemático, empregando para êsse fim os mapas de baptismos, casamentos e óbitos de 1860, 1861 e 1862, publicados pelo Ministério da Justiça em 1864, 1867 e 1869, o censo da população, referido ao último de 1863, feito pelo Ministério das Obras Públicas, e alguns mapas de óbitos por êle coligidos no Montepio Geral e no Ministério da Marinha. Os resultados a que chegou, acompanhados de notas interessantes, relativas à comparação dos números que obteve, com os que fornecem as estatísticas de outros países, foram publicados em 1869 no volume II do *Jornal de Ciências matemáticas, físicas e naturais*, em um artigo intitulado *Contribuições para o movimento comparativo da população em Portugal*.

Em 1872 foi publicado nas *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, um estudo que trata de *Várias fórmulas novas de geometria analítica relativas aos eixos coordenados oblíquos*. Êste trabalho é a generalização, para o caso de eixos coordenados com direcção qualquer, de algumas fórmulas antes obtidas e empregadas no ensino da geometria analítica para o caso de eixos ortogonais; contém ainda a aplicação de algumas destas fórmulas a uma questão de Mecânica considerada na memória «Da redução e transformação dos binários», já mencionada.

Em 1873, no *Jornal de ciências matemáticas, físicas e naturais*, escreveu ainda Daniel da Silva *Considerações e experiências acêrca da chama*, a que se referiram com os maiores encómios, os ilustres fí-

sicos Benevides, no tomo VI do *Jornal de ciências matemáticas, físicas e naturais*, e Dr. Heumann, de Zurich, nos *Annalen der Chemie*, de Leipzig (1876).

Foi este o último trabalho científico publicado por tão insigne geômetra que, na opinião de Gomes Teixeira, viveu sempre modestamente, todo entregue aos seus deveres de professor e aos seus estudos científicos, sem aspirar nem a honras, nem a empregos, que fácil lhe seria obter, tanto pela sua posição social, como pela alta colocação de seu irmão, o conselheiro Carlos Bento da Silva, Ministro da Fazenda, várias vezes, e Conselheiro de Estado. Viveu para a família e para a ciência, a qual serviu tão desinteressadamente que nem sequer tratou da propaganda dos seus trabalhos nos meios científicos estrangeiros.

O seu amor à ciência reflectia-se sobre os que dela se ocupavam, e sobre a Academia das Ciências de Lisboa, que teve a honra de lhe publicar todos os seus trabalhos científicos. Esta corporação, justo é dizer-se, reconheceu e premiou o alto valor de Daniel da Silva, elevando-o, em sessão de 20 de Janeiro de 1859, a sócio de mérito da 1.^a classe, a maior das honras que ela então podia conceder, e a que correspondia a pensão anual de 200\$000 réis. Foi relator do parecer respectivo o ilustre professor e matemático Francisco Horta que, neste documento, publicado nos *Anais de Sciencias* (1858), aprecia em frases cheias de verdade e de justiça a obra científica do excelso geômetra.

Daniel da Silva atacado por uma pneumonia, faleceu em 6 de Outubro de 1878, mas, pela sua obra importantíssima, o seu nome revive e há-de perpetuar-se na memória das sucessivas gerações académicas. Os seus trabalhos vão sendo conhecidos no estrangeiro, prestando-se culto e homenagem à memória do seu autor. Assim, ao Congresso Histórico Internacional de Roma, em 1903, foi apresentada por Christoforo Alasia uma comunicação histórica sobre Daniel da Silva, muito lisonjeira para a memória do nosso sábio compatriota.

Mas, não tendo sido prestada a justiça devida à reclamação de prioridade acerca das proposições inventadas por Daniel, que constam da sua Memória *Rotação das forças em torno dos pontos de aplicação* reinventadas por Darboux em 1877, resolvi eu, em 1912, fazer, em português e em francês (1) tão gloriosa reivindicação para a ciência por-

(1) *Sur la rotation des forces autour de leurs points d'application et l'équilibre statique* par F. de Vasconcellos—[*Annaes da Academia Polytechnica do Porto*, t. VII (1912), 5-45; 65-83; 129-159].

tuguesa, e é a essa memória devidamente actualizada que eu recorro hoje para fazer esta breve exposição oral.



No referido estudo procuro, pela comparação dos trabalhos de Möbius (1) e de Mindíng (2), e memórias de Daniel da Silva (3) e de Darboux (4) sobre o equilíbrio astático e rotação das forças em torno dos pontos de aplicação, fazer a exposição da respectiva teoria, apresentando os teoremas essenciais que a ela se referem e indicando o autor que descobriu cada um dêles; e para os teoremas descobertos duas vezes, estabeleço o método adoptado por cada autor para os obter, comparando os respectivos resultados.

Decidiu-me a fazer êste trabalho a indicação de Gomes Teixeira, de que seria um serviço importante prestado à ciência e ao nome português, tirar do esquecimento a importante monografia de Daniel da Silva, em que o seu autor, que não conhecia a teoria de Möbius e o teorema de Mindíng sobre o mesmo assunto (5), empregando principalmente considerações geométricas, completadas ou confirmadas pela análise quando chamada naturalmente a intervir, estudou o assunto de uma maneira completamente diferente da seguida por aqueles ilustres geometras, colhendo numerosos resultados e teoremas os quais, não sendo todos inteiramente novos, como êle supunha, foram no entanto trata-

(1) Möbius A. F.—*Ueber den Mittelpunkt nicht paralleler Kräfte*—[Crelle, t. XVI (1837)]. *Lehrbuch der Statik*, I—(Leipzig, 1837). *Anwendungen der Statik auf die Lehre von den geometrischen Verwandtschaften*—[Crelle, t. XXI (1840)].

(2) Mindíng E. A. F.—*Untersuchung betreffend die Frage nach einem Mittelpunkte nicht paralleler Kräfte*—[J. de Crelle, t. XIV (1835)]. *Ueber den Ort sämtlicher Resultanten eines der Drehung unterworfenen Systemes von Kräften*—[Crelle, t. XV (1836)]. *Einige Sätze über die Veränderungen, welche ein System von Kräften durch Drehung derselben erleidet; nebst einer Anwendung auf das Seilpolygon*—(ib., p. 313-16). *Handbuch der Differential u. Integralrechnung und ihrer Anwendungen auf Geometrie u. Mechanik*—[2, Berlin, 1838].

(3) Silva, D. A. da—*Ob. cit.*

(4) Darboux, G.—*Mém. sur l'équilibre astatique et sur l'effet que peuvent produire des forces de grandeur et de directions constantes, appliquées en des points déterminés d'un corps solide, quand ce corps change de position dans l'espace*—["Mém. Soc. de Sc. ph. et nat. de Bordeaux", s. II, t. 2, 1878].

(5) Lettre de Mr. D. A. da Silva à Mr. Moigno sur une réclamation de priorité. *Journal Les Mondes* du 29 Mars 1877.

dos e obtidos por métodos cheios de clareza e elegância, representando o complemento necessário da citada teoria.

A memória *Rotação das forças em torno dos pontos de aplicação*, de Daniel da Silva, é tão notável, e apresenta para a ciência um interesse teórico tão importante, que, vinte e cinco anos depois, foi considerada como muito digna de apreço uma memória sobre o mesmo assunto e em especial sobre o equilíbrio astático, apresentada à Academia das Ciências de Paris por Darboux (1), em que este geômetra que, sem dúvida, ignorava a existência da memória de Daniel da Silva, da qual não faz menção, diz ter encontrado importantes propriedades e acrescentado novos resultados à teoria de Möbius, teoria que, datando de 1837, foi Moigno o primeiro a fazer conhecer em França nas suas *Leçons de Mécanique analytique. Statique* (1868).

Algumas das proposições apresentadas como novas por Darboux, já tinham sido descobertas pelo nosso sábio compatriota, encontrando-se na sua memória, como então demonstrámos (2).

Diz Darboux fazendo a análise da sua memória: — «O trabalho actual contém a demonstração das propriedades já conhecidas nesta ordem de investigações — refere-se exclusivamente aos trabalhos de Möbius e de Minding, analisados na Mecânica de Broch (3) e resumidos na Estática de Moigno (4) — e a de várias propriedades que me parecem inteiramente novas». Citando, em primeiro lugar, o estudo das posições de equilíbrio dum corpo submetido à acção dum sistema de forças em que é nula a resultante geral, acrescenta Darboux:

«Möbius julgava que, se há equilíbrio em quatro orientações do corpo, êle subsiste em tôdas as outras: eu mostro, pelo contrário, que há sempre quatro posições do corpo em que as forças se equilibram, podendo haver porém um número maior de posições de equilíbrio».

Reclamando com tôda a razão e com tôda a justiça a questão de prioridade neste resultado, apontado como novo por Darboux, diz Daniel da Silva em carta dirigida a Moigno, o autor do livro a que

(1) *Etude sur la réduction d'un système de forces de grandeur et de directions constantes, agissant en des points déterminés d'un corps solide, quand ce corps change d'orientation dans l'espace* — [“C. rendus de l'Ac. Sc. de Paris”, t. 83 (1876), 1284-86].

(2) Vasconcellos, F. A. L. de — *Ob. cit.*

(3) Broch, O. J. — *Lehrbuch der Mechanik*, Berlin w. Christiania, 1854, p. 82-109 e 134-139.

(4) Moigno, N. M. F. — *Ob. cit.*, p. 206-245.

atrás me referi, e director da revista científica *Les Mondes*, carta publicada nesse jornal em 20 de Março de 1877:

«M. Darboux faz notar, na análise que publicou na sua memória, que o ilustre matemático saxão cometeu grave erro, supondo que todo o corpo que está em equilíbrio em quatro orientações diversas, deve estar também em equilíbrio em tôdas as outras posições. Entretanto, vinte e seis anos antes da última publicação de M. Darboux (que ignora mesmo a existência da minha memória), eu tinha achado, exactamente como êle (§ 180), que há, em geral, quatro posições de equilíbrio, e só quatro, que se deduzem umas das outras por meio de rotações de 180° , à volta de três eixos rectangulares».

E noutra parte dêste importantíssimo documento Daniel da Silva depois de afirmar que, quando apresentára a sua memória, à Academia das Ciências de Lisboa — 27 de Fevereiro de 1850 — ignorava completamente que, treze anos antes, Möbius, na sua *Estática*, tivesse tratado da mesma teoria, embora duma maneira completamente diferente, julgando portanto inteiramente novos todos os teoremas nela insertos, acrescenta:

«É muito natural admitir a sinceridade da minha confissão, pois que dezassete anos depois da publicação da minha memória (que foi enviada a tôdas as principais Academias da Europa e da América), a curiosa e importante teoria de Möbius, como se lê no prefácio do seu livro de *Estática*, constituía novidade em França». E muito judiciosamente lembra:—«Não será excessiva nota de modéstia nacional, eu confessar que, em Portugal, não estamos melhor informados do que em França, dos progressos científicos realizados além-Rheno».

Continuando, nota Daniel da Silva: — «A prova indiscutível da sinceridade da minha ilusão de prioridade está em que, sendo um sentimento não só natural, mas irresistível naqueles que cultivam a ciência, referir os erros e desvios em que, por vezes, têm caído os génios de primeira ordem — e Möbius era dêsse número — ainda que respeitando a majestade do verdadeiro mérito, eu não teria deixado de fazer a rectificação capital do erro de Möbius, apontado por M. Darboux, e que êste geómetra, sem mesmo conhecer o meu nome obscuro, publicou um quarto de século depois».

Fazendo ainda a análise da sua memória, diz Darboux:—«Introduzo (neste estudo) a noção dum elipsóide central, análogo ao que se encontra nos momentos de inércia e indico várias propriedades interessantes deste elipsóide tanto sob o ponto de vista geométrico como sob o ponto de vista restrito da questão de estática que me propus

tratar. O teorema de Minding deixa então de ser um resultado de cálculo e acha a sua demonstração mais natural no emprêgo dêste elipsóide. Enfim, completo este teorema mostrando que, se considerarmos, em tôdas as posições do sistema das fôrças, o eixo central dos momentos de Poinsot, êste eixo pertencerá a um complexo notável de 2.^a ordem, formado de rectas que são a intersecção de dois planos rectangulares, tangentes respectivamente às duas focais de Minding. Êste complexo compreende em particular as rectas que se apoiam sôbre as duas focais e que são as direcções do eixo central quando há uma resultante única».

Acêrca do emprêgo do elipsóide central e das outras conclusões de Darboux, vejamos o que escreve Daniel da Silva na já citada carta :

«Também muito desenvolvidamente tratei uma representação (§ 160 e seguintes), que penso ser idêntica a um teorema enunciado por M. Darboux, a qual diz respeito a um elipsóide, cujos três semi-diâmetros conjugados dão, em grandeza, os momentos *máxima*, e, em direcção os braços dos três binários, equivalentes a um sistema de fôrças, sem resultante principal.

«Depois de ter examinado a existência dum plano fixo, lugar geométrico dos pontos de aplicação das resultantes principais, faço notar bastante claramente (§ 91) que as três fôrças resultantes que representam, em geral, todo o sistema de fôrças girantes têm sempre os seus pontos de aplicação sôbre êste mesmo plano fixo. Esta proposição, apresentada como inteiramente nova por Darboux, ainda que não seja enunciada expressamente no lugar citado, é, no entanto, a conclusão imediata, evidente, da construção geométrica indicada nêsse mesmo parágrafo. Considero também como êle, ainda que provavelmente por um método diferente a representação geométrica das posições do eixo central dos momentos, fixando duma maneira precisa e completa (§ 139) as propriedades da resultante única, casos que o belo teorema de Minding, que creio anterior à minha memória, figura de modo talvez mais elegante.

«Para concluir, permita-me ainda acrescentar, senhor redactor, que, em relação à teoria, da qual supunha ser eu o iniciador, pois só há poucos dias vi a sua excelente Estática e a análise da memória de Darboux publicada nos *Comptes-rendus* da Academia das Ciências de Paris penso, todavia, que há ainda na minha memória um certo número de teoremas, que não se encontram nem no livro de Möbius, nem na memória de Darboux».

Completando a parte histórica — importantíssima — relativa a

êste assunto, e para se avaliar da impressão produzida em Daniel da Silva pela notável coincidência, de se encontrar na invenção de uma teoria importante com dois geómetras eminentes, um dos quais tinha já desaparecido, deixando um brilhante rasto na história da ciência alemã, e o outro principiava a brilhar na ciência francesa, como astro de primeira grandeza, abaixo reproduzimos excertos de uma carta que dirigiu em 23 de Fevereiro de 1877, ao Dr. Gomes Teixeira, por quem aquele eminente homem de ciência sentia a mais viva simpatia, animando com o mais subido interesse a sua já então importante obra científica, simpatia, que da parte de Gomes Teixeira se traduziu em sincero culto e veneração pela memória do sábio e do amigo:

«Quere saber o que me aconteceu há bem poucos dias? Vejo anunciada no jornal *Les Mondes* de Moigno uma memória apresentada à Academia das Ciências de Paris por M. Darboux, em que êle diz acrescentar muitas coisas novas à importante teoria iniciada na Alemanha por Möbius e Minding.

«Quási tôdas as proposições *novas* de Darboux estão publicadas há vinte e cinco anos nas Memórias da nossa Academia, no meu trabalho *Sôbre a rotação das fôrças em torno dos seus pontos de aplicação!* Foi por essa ocasião que tive ensejo de saber que em 1868 dizia Moigno que a teoria de Möbius (1837), a mesmíssima que eu tratei, ignorando a existência do meu predecessor, muitíssimo curiosa e importante, era totalmente desconhecida em França, e que êle só muito tarde a veio aprender em um livro que um amigo lhe mandou da Noruega!

«A minha memória, que tem muitíssimas coisas, além do que lembrou a Möbius, inclusivamente a correcção de um êrro dêle com cuja rectificação muito se gloria Darboux, jaz ignorada, há quási vinte e seis anos, nas bibliotecas de quási tôdas as academias do mundo. O que aproveita, escrever em português!

«Tive bastante desgosto de só agora saber que, sem suspeitar sequer da existência de Möbius, um dos mais distintos geómetras da sua época, como lhe chama o *Dicionário de Brockhaus* (1846), eu coincidira com êle na invenção de uma teoria, hoje declarada muito importante, e que cheguei no seu desenvolvimento muito mais longe, do que chegára o ilustre sábio alemão».

Esta carta consta dos apontamentos biográficos sôbre Daniel Augusto da Silva publicados pelo Dr. Gomes Teixeira no *Boletim da Direcção Geral de Instrução Pública*, que já referimos.

.....

A reclamação de Daniel Augusto da Silva feita junto de Moigno não encontrou o éco e as conseqüências que talvez tivesse tido se fôsse dirigida também à Academia das Ciências de Paris, que nos seus *Comptes-rendus* inserira os teoremas de Darboux; devemos porém não esquecer que, neste assunto, tinha especial autoridade aquele sábio professor e vulgarizador, visto que em 1868, isto é, ainda dezoito anos depois da publicação da memória de Daniel da Silva, categoricamente afirma no prefácio das suas belas *Leçons de Mécanique analytique*:

«*La dixième Leçon, toute neuve pour la France, résume une des plus belles synthèses de Möbius et de Minding; elle donnera une idée des progrès accomplis en Allemagne*».

Notemos também que Daniel da Silva declara na sua carta a Moigno haver sido pelo jornal *Les Mondes* (13 de Janeiro de 1877) que tivera conhecimento da apresentação à Academia das Ciências de Paris da memória de Darboux. Assim se justifica a forma como o interessado entendeu dever fazer a sua reclamação.

É lamentável, sem dúvida, que não tivesse sido traduzida em francês a memória de tão ilustre matemático, visto a nossa língua não ter, infelizmente, a universalidade que a grandeza do assunto em questão requeria; então, de-certo não ficaria no esquecimento das Academias o notabilíssimo trabalho do nosso sábio compatriota, trabalho minucioso, completo e muito extenso, desenvolvido ao longo de 171 páginas de impressão.

Foi também neste trabalho que, pela primeira vez entre nós, appareceu a denominação *binário* para designar a palavra francesa *couple*, denominação definitivamente adoptada na ciência portuguesa para exprimir na nossa língua uma idea, havia muito, introduzida já no ensino das nossas Escolas.

Devemos acentuar ainda que a teoria de que se trata, afora a natural curiosidade científica, tem applicações práticas no estudo dos sistemas compostos ao mesmo tempo de forças devidas à gravidade e de forças magnéticas: e foi estudada por Möbius, sob o ponto de vista principalmente analítico, tendo Minding apresentado sobre o mesmo assunto um theorema dos mais interessantes no tómo XV do *Journal de Crelle*.

Além das obras fundamentais referidas devemos citar uma memória de muito valor de Somoff (1), e trabalhos com propriedades

(1) Somoff, J.—*Mém. sur les forces qui ne changent pas d'intensité et de direction, quand leurs points d'application forment un système invariable, reçoivent un déplacement fini quelconque*—[*Mém. de l'Acad. Imp. de St. Petersb.*, s. VII, t. 22, n. 9 (1876)].

importantes de Minchin (1), Schell (2), Siacci (3) e Segre (4); bem como várias demonstrações do teorema de Minding por Walker (5), Tait (6), Plarr (7), Joly (8) e por Genty (9), fazendo uso da teoria dos quaterniões.

Merecem ainda menção especial os notáveis estudos de Bottasso (10), que, pela aplicação dos métodos da análise vectorial à Astática, conseguiu, mediante o emprêgo engenhoso duma só homografia vectorial, discutir e caracterizar os diferentes casos particulares e apresentar novas e elegantes propriedades. «Esta homografia tem as suas direcções principais paralelas aos eixos do elipsóide de Da Silva, aos do elipsóide central de Darboux; ou ainda, aos eixos principais de equilíbrio de Bardelli (11), quando o vector do sistema é nulo; ou mesmo aos eixos de desequilíbrio de Siacci. Os módulos dos parâmetros principais da homografia são os momentos principais máxima de Da Silva ou as inversas dos comprimentos dos eixos do elipsóide central de Darboux».

Numa dissertação de concurso para a Escola Politécnica, Alberto Botelho (12) apresentou grande número dos teoremas demonstra-

(1) Minchin, G. M.—*On Astatic Equilibrium* ["Proc. London Math. Soc.", t. 9 (1878)].

(2) Schell, W.—*Theorie der Bewegung und der Kräfte* [Leipzig, 1880].

(3) Siacci, F.—*Le quaterne statiche nei sistemi di forma invariabile* ["Mem. della Soc. Ital. delle Sc.", t. 4 (1882)].

(4) Segre, C.—*Sull'equilibrio d'un corpo rigido soggetto a forze costanti in direzione ed intensità e su alcuni questioni geometriche affini* ["Mem. Soc. Ital. dei XL", s. III, t. 6 (1884)].

(5) Walker, J. J.—*Quaternion Proofs of Minding's Theorem* ["Proc. London Math. Soc.", t. 10 (1879)].

(6) Tait, P. G.—*On Minding's Theorem* ["Proc. London", 1879].

(7) Plarr, G.—*On Minding's Theorem* ["Proc. Edimb.", t. 11 (1880-81)].

(8) Joly C. J.—*Astatics und quaternion functions* ["Proc. R. Irish Acad.", t. 5, n. 3 (1899)].

(9) Genty, E.—*Applications méc. du Calcul des quaternions* ["Journ. de Math. pures et appliquées", s. III, t. 4 (1881)].

(10) Bottasso, M.—*Sopra l'equil. astatico e sull' equivalenza di due sistemi astatici* ["Rend. R. Acc. Lincei", s. V, t. 23 (1914)]. *Sistemi astatici equivalenti a due forze astaticamente irrudicibili* [Ibid., s. V, t. 24 (1915)]. *Sugli assi di equilibrio e sulla stabilità ed instabilità dell'equilibrio nei sistemi astatici* ["Rend. R. Istit. Lombardo", s. II, t. 48 (1915)]. *Astaticque*, Pavie, 1915.

(11) Bardelli, G.—*Sugli assi di equilibrio* ["Collectanea math.", Mediolani, 1881].

(12) Botelho, A.—*Estudos sobre o sistema de forças girantes*, 1894.

dos por Daniel da Silva, a que juntou algumas das proposições consideradas por Darboux como novas no seu trabalho, sem que destas, porém, reivindicasse para Daniel da Silva o que a Daniel da Silva pertence, e apresentando o elipsóide de redução e o elipsóide central, como se não tivessem entre si a menor relação.

A carta de Daniel da Silva teve publicidade no jornal *Les Mondes, Jornal de Ciências Matemáticas e Astronómicas* (vol. 1.^o, N.^o 3, 1877) e no *Jornal da Academia das Ciências de Lisboa* (1877).

.....

Möbius ocupou-se do problema sob o seguinte aspecto:

Estabelecer as condições de equilíbrio e de redução de um sistema de forças no movimento de um sólido invariável, quando as forças, tendo sempre os mesmos pontos de aplicação, não mudam de grandeza nem de direcção no movimento do sólido no espaço: e estudou o caso geral do equilíbrio do sólido inteiramente livre, isto é, destituído de ligações exteriores, e, como casos particulares, o equilíbrio do sólido obrigado a girar, quer em torno de um ponto fixo, quer em torno de um eixo fixo.

Minding reconhecendo ser indiferente, sob o ponto de vista da teoria, quer supor que o corpo se desloca conservando-se as forças sempre aplicadas nos mesmos pontos constantes em grandeza e direcção, quer admitir que o corpo fica em repouso mudando as forças de direcção, mas de forma a serem sempre constantes os ângulos que elas fazem entre si, serviu-se desta última hipótese para a demonstração do seu teorema.

Na sua memória, Daniel da Silva encarando o problema principalmente sob o ponto de vista geométrico, considera a hipótese estabelecida por Minding; e principia por estudar o caso mais simples das forças situadas num plano com movimentos complanos—Configurações em um plano—passando em seguida ao caso geral das forças movendo-se no espaço—Configurações no espaço—cujas propriedades estuda desenvolvidamente nos diferentes casos de redução, deduzindo para cada caso as condições do equilíbrio astático. O problema é assim apresentado:

Sabe-se que a resultante de um sistema de forças paralelas passa constantemente por um ponto fixo—o centro de forças paralelas—qualquer que seja a orientação das forças em relação ao corpo, ou a orientação do corpo em relação às forças, conservando-se portanto sempre paralela às componentes. Supondo porém um sistema de forças contantes em grandeza, fazendo entre si ângulos quaisquer, e

que gíram em tórno dos seus pontos de aplicação, conservando a sua situação relativa durante a rotação, procura-se investigar as propriedades que correspondem a um tal sistema. Daniel da Silva depois de acentuar (§ 17) que as propriedades relativas à rotação das fôrças em tórno dos pontos de aplicação, supostos fixos no espaço, dão imediatamente as propriedades relativas ao movimento do sólido invariável no espaço, quando as fôrças aplicadas se conservam constantes em grandeza e direcção, entra seguidamente na solução do problema, estudando o caso geral da aplicação do sistema de fôrças ao sólido destituído de ligações exteriores, e como casos particulares de simples transformação de coordenadas, os do sólido sujeito a mover-se à roda dum ponto fixo e portanto, à roda de qualquer eixo.

Darboux adoptou a hipótese já seguida por Minding e Daniel da Silva de supor fixo o sólido invariável, considerando a rotação das fôrças à roda dos seus pontos de aplicação. O problema é tratado partindo do estudo do movimento em tórno de um eixo fixo, estabelecendo como Möbius, em 'primeiro lugar, as condições analíticas do equilíbrio astático, passando em seguida ao estudo dos casos de equivalência e de redução.

Para completa elucidação da respectiva teoria, entendi conveniente tratar a questão, no meu estudo (1), pelos moldes clássicos, adoptados por Möbius, de apresentar as equações do equilíbrio astático, e destas equações deduzir as correspondentes aos casos de redução, partindo dos mais simples para os mais complexos. Em seguida, como Darboux que, tendo obtido as equações do equilíbrio astático, passou a tratar do caso mais geral de redução do sistema de fôrças a uma resultante e três binários, no estudo do qual introduziu a noção do elipsóide central, deduzindo daquele os outros casos de redução, eu mostro como implicitamente se encontra na memória de Daniel da Silva êsse caso geral de redução; dêle deduzo os outros mais simples e os de equilíbrio e faço ainda observar que as coordenadas daquele elipsóide são, com pequena modalidade, as do elipsóide de redução de Daniel da Silva.

Dou a necessária evidência à questão de prioridade relativa ao número de orientações de equilíbrio de um corpo, que Daniel da Silva deduziu da hipótese do elipsóide ser ou não ser de revolução, ou de

(1) Vasconcelos, F. A. L. de — *Ob. cit.*

se transformar numa esfera; e faço notar como método idêntico foi mais tarde adoptado por Darboux a respeito do elipsóide central.

Mostro, como se deduz, com tóda a facilidade, que a elipse de redução é um caso particular do respectivo elipsoide; elipse e elipsoide, que Daniel da Silva apresentou no seu trabalho sem definir com precisão a relação entre êles existente, o que certamente resultou da forma como aquele notabilíssimo espírito encarou o problema, ao tratar primeiro do estudo, mais simples, das propriedades dos sistemas de binários de braços todos paralelos a um plano dado e de forças também paralelas a outro plano, e redução do sistema girante a uma resultante e dois binários, passando depois a estudar o caso geral das propriedades dos sistemas de binários girantes de braços e forças com direcções quaisquer no espaço, e sua redução a três binários irreductíveis.

Também dou tóda a importância às proposições de Daniel da Silva relativas ao número de orientações em que um sistema de forças se reduz a uma resultante única, estudando além das posições da resultante correspondentes ao caso em que é nulo o binário mínimo, aquelas em que êsse binário tem os valores máximo e mínimo absoluto.

Apresento além da demonstração clássica do teorema de Minding, a demonstração geométrica de Darboux e as propriedades do eixo dos momentos obtidas por êste geómetra, bem como as relativas aos eixos principais de rotação de Möbius. E mostro a relação que há entre a elipse central de Darboux e a elipse de redução de Daniel da Silva, elipses cujas equações se deduzem uma da outra pela mudança de sinal do termo conhecido.

Trato, finalmente, da proposição, que conclui pela existência dum plano fixo, lugar geométrico dos pontos de applicação das três resultantes principais representativas, em geral, de todos os sistemas de forças girantes, e que Daniel da Silva diz ter sido apresentada como inteiramente nova por Darboux. Êste plano é o *plano central* de Möbius, como indico no n.º 9 dêste meu trabalho de análise e de investigação que faço agora reviver sob a égide de Gomes Teixeira, a cujo nome glorioso está intimamente ligado, como se reconhece da minha exposição e do que, em especial, o eminente matemático escreveu a pág. 164 e seguintes do seu livro *Panegíricos e conferências*, editado pela Academia das Ciências de Lisboa:

«Daniel fêz a sua reclamação de prioridade a respeito das proposições reinventadas por Darboux, mas, dotado de modéstia excessiva, recorreu para isso a um jornal de simples vulgarização científica,

Les Mondes de Moigno, pouco lido pelos matemáticos daquele tempo.

«Tomei por isso a liberdade de lhe aconselhar que escrevesse um resumo em francês da parte essencial da sua Memória. Eu procuraria obter a sua publicação no mesmo lugar em que apareceu o trabalho de Darboux, isto é, nas Memórias da Sociedade de Ciências físicas e naturais de Bordeaux. Fazia-me esperar conseguí-lo a circunstância de ser sócio correspondente desta Sociedade e de ter ela já publicado dois trabalhos meus.

«Infelizmente, poucos meses depois, a morte roubando-o quasi inesperadamente à ciência, veio destruir este projecto.

«Pensei então em redigir eu mesmo aquele resumo, mas, absorvido por outros trabalhos, fui adiando indefinidamente o cumprimento deste dever.

«Passados alguns meses, fui visitado no Pôrto por um filho de Daniel da Silva, o qual acabava de completar com distinção o curso da Escola Politécnica de Lisboa.

«Dizendo-me que tencionava concorrer a um lugar de professor desta Escola, aconselhei-o a tomar para assunto da sua Dissertação o ramo da Mecânica de que seu pai fôra o principal fundador. Indiquei-lhe o programa: — expor a *Ástática* sob forma sistemática, acompanhando a exposição das notas históricas necessárias para se ver os papéis que Möbius, Daniel e Darboux representaram na sua fundação e organização, e de indicações sobre os métodos que os três géometras seguiram para obter os teoremas que enunciaram.

«De novo porém a sorte nos foi adversa. O jovem candidato morreu pouco tempo depois.

«O programa que acabo de indicar, foi porém realizado mais tarde pelo sr. Fernando de Vasconcelos, professor da Universidade de Lisboa, em uma Memória escrita em francês, que foi publicada nos *Anais da Academia Politécnica do Pôrto*, revista a que tenho procurado dar uma feição internacional, a-fim-de combater, quanto possa, o nefasto isolamento da ciência portuguesa».

Foi principalmente devido a este meu trabalho que, segundo assevera Gomes Teixeira, começou a ser conhecido o papel de Daniel da Silva na constituição da *Ástática*, sendo o seu nome já mencionado nalguns tratados de Mecânica onde este assunto é considerado. De facto, Botasso, distinto matemático italiano que a morte prematuramente levou, em um volume que consagrou a este ramo da Mecânica, «fez ver e sobressair dum modo tão completo o papel importante que

o nosso geômetra desempenhou na sua fundação (1), que em notícia daquele volume, dada no *Boletim de história da matemática de Loria*, é qualificada como genial a obra do nosso compatriota».

Isto é assim; todavia temos de reconhecer que o papel de Daniel da Silva, na organização da Astatística, não é suficientemente conhecido, pois que M. Garnier ao redigir os parágrafos da *Encyclopédie française-allemande des sciences mathématiques*, relativos a este ramo da Mecânica, refere os nomes de vários autores, omitindo o de Daniel da Silva, cujo trabalho mostrou desconhecer. Fêz-se a devida reclamação e ao autor do artigo foi enviada a Memória do nosso sábio matemático, para que a mencionasse na *Tribune publique* da Enciclopédia, sendo de esperar que, de futuro, se fará inteira justiça ao geômetra português, marcando-lhe o lugar que lhe compete entre os fundadores daquele importante capítulo da Mecânica racional.

E, porque um dos preceitos essenciais para a rigorosa investigação histórica consiste em recorrer às fontes, sempre que seja possível, permito-me recordar, de acôrdo com o pensamento do eminente Gomes Teixeira, que a nossa Academia das Ciências prestaria grande serviço à ciência e ao país se concorresse para dar o devido relêvo ao importante trabalho de Daniel da Silva publicando-o com uma tradução em francês, precedida dum prefácio histórico sôbre o assunto nele considerado e acompanhado de notas, onde, a propósito de cada proposição ou resultado obtido, se indicasse o seu primeiro inventor.

Seria o coroamento dos trabalhos do grande Daniel da Silva que tanto honrou essa alta corporação científica e a quem são devidas tôdas as consagrações, devendo elevar-se mesmo até à apoteose a homenagem que a sua obra merece.

(1) "Une place spéciale doit être réservée à un mémoire de Da Silva, aussi développé suivant la méthode géométrique, par la considération d'un ellipsoïde (de réduction), et bien important pour la classification soignée des différents cas de réduction et des conditions relatives, pour l'étude des axes centraux, etc. Ce mémoire est tout-à-fait indépendant des travaux précédents, que Da Silva ne connaissait pas; et, à son tour, a été très longuement ignoré, malgré la réclamation de priorité publiée dans le journal *Les Mondes*, de Moigno, en 1877, et quoiqu'il fut cité, plus tard, dans quelque traité (par ex., dans la *Meccanica* de M. Marcolongo). Plus récemment, MM. F. G. Teixeira et F. de Vasconcellos ont encore rappelé justement l'attention sur ce travail."—(*Astatique*, p. X, 1915).

Efeitos dos Raios-X nos cromosomas do *Triticum monococcum*. Sua análise na apreciação da filogenia do Trigo

POR

A. DE SOUSA DA CAMARA

Professor do Instituto Superior de Agronomia

	PÁG.
1. Introdução	29
2. Material e métodos	31
3. Resultados da observação e discussão geral. . .	32
4. Análise dos efeitos dos raios-X na discussão filoge- nética	47
5. Sumário	57
English Summary... ..	59
Bibliografia	60

1. Introdução

Os raios-X, pelos efeitos profundos que são capazes de exercer na produção de genovariedades e anomalias cromosômicas, constituem hoje, para os genetistas, no aclaramento de alguns dos seus mais intrincados problemas, uma poderosa e utilíssima ferramenta de investigação.

Desde o primeiro momento em que se observou a extrema intensidade daquela acção—o que se deve a Muller (1927)—e se notou a constância dos seus efeitos, caracterizadamente destruidores ou reorganizantes da matéria de cromatina, se reconheceu a enorme utilidade dêste agente no estudo de variações cromosômicas.

Os cromosomas, sujeitos a doses apropriadas de raios-X, mostram sempre uma tendência pronunciada a fragmentarem-se em um ou mais pontos. Estes fragmentos ou se mantêm destacados ou se li-

gam, soldando-se possivelmente pelos pontos de rutura, ou se eliminam através de divisões sucessivas (Painter e Muller, 1929).

Ainda se não conhece, com inteira segurança, a ordem porque se dão estes diferentes fenómenos, isto é, se primeiramente ocorre a fragmentação, logo seguida das combinações ou rearranjos aludidos—como parece mais lógico—ou se pelo contrário se efectua antes a ligação e só depois dela operada se verifica a fragmentação.

As contribuições trazidas a êste problema por Muller e Painter (1929), Dobzhansky (1929), Delaunay (1930), Goodspeed e Avery (1930), Navashin (1931), Lewitsky e Araratian (1931), Stone (1933) e Mather e Stone (1933), demonstraram já que os raios-X não constituem um mero agente destruidor ou desorganizador; e que as novas condições físico-químicas do meio celular, criadas em consequência da irradiação, originam metamorfoses cromosómicas essencialmente estáveis.

Mas os elementos de informação colhidos, embora dignos do maior interesse, não são ainda bastantes para poderem esclarecer, desde já, os numerosos pontos obscuros que êste problema encerra e não são suficientes para permitirem a generalização dos primeiros resultados obtidos.

Esta nossa contribuição, utilizando como material de trabalho o *Triticum monococcum*, L., pretende: por um lado confirmar resultados, trazer com novas demonstrações um conhecimento mais exacto dos fenómenos já apontados ou descritos e constituir por isso mais um subsídio à generalização necessária; por outro, olhar as modificações que não têm sido devidamente postas em relêvo, e considerar, por fim, o alcance que estas investigações podem ter no estudo da evolução do género *Triticum*.

Supõe-se que, em resultado de irradiações adequadas, os ideogramas se modificam, por vezes, dum modo idêntico ao verificado na «evolução». Ora, para se aprofundar êste estudo, para o género de pesquisas que semelhante averiguação exige, parece que conviria utilizar como material uma planta que pertencesse a uma série poliploide e em que o seu poliploidismo fôsse provavelmente acompanhado de variações cromosómicas, duma planta, enfim, como é o trigo.

A filogenia do trigo, conquanto tenha interessado numerosos observadores e suscitado trabalhos do maior interesse, apresenta-se ainda envolta em grande obscuridade. Não obstante a sua investigação ter sido empreendida através do estudo conjunto botânico-geográfico, citológico e genético, está-se ainda muito longe de se conhecer precisamente a forma como no trigo se deu a evolução. Natural é,

portanto, que se procure utilizar na sua análise todos os recursos de que pode dispor o biólogo de hoje. Por isso se impõe o estudo intenso dos efeitos dos raios-X na aceleração dos fenómenos evolutivos, pois é possível que este agente possa ainda desvendar um pouco o problema.

2. Material e métodos

As plantas escolhidas para este trabalho pertenciam à espécie *T. monococcum* L., e à variedade *vulgare*, Körn ($2n = 14$).

Os tratamentos dos raios-X fizeram-se sobre plantulas de idades variáveis entre um e dez dias. Para isso, promovia-se primeiramente a germinação à temperatura conveniente de 25° C., dispondo as sementes em placas Petri, munidas de papel de filtro devidamente humedecido. Só depois do aparecimento das primeiras raízes se iam efectuando os tratamentos, em obediência aos períodos de tempo previamente determinados.

As doses estabelecidas de raios-X foram de 5mA, 60 a 67 Kw., em períodos variáveis de 3, 4, 5, 6, 10 e 15 minutos de exposição sem filtro, a uma distância do anticátodo de 25 cm.

As raízes eram depois fixadas, decorridos períodos precisamente marcados de 1, 2, 3, 7 e 30 dias após a irradiação.

Como fixador usámos quasi sempre o Benda. E como constritor, para tornar possível a identificação dos cromosomas do trigo, usámos o hidrato de cloral, segundo a técnica apurada por Kagawa (1929) e utilizada por nós em trabalho anterior (Câmara, 1934). Ainda empregámos algumas vezes o fixador 2BE, de La Cour (1931), e a combinação «formol-ácido crómico» preconizada por Lewitsky (1931) na proporção de 6:4. De todos os fixadores, porém, o que melhores resultados nos deu foi o *Benda* (sem ácido acético).

As preparações foram obtidas com cortes a 18-20 μ e foram todas coradas com violeta de genciana, segundo a técnica de Newton, correntemente usada neste nosso Laboratório.

As placas de metafase estudadas foram sempre atentamente escolhidas de modo a ficarem nitidamente mergulhadas no plasma, com larga folga para um e outro lado da focagem. Para garantir a exactidão de algumas interpretações, em certos casos mais interessantes, e para evitar quaisquer erros de observação, mediram-se tão rigorosamente quanto possível—segundo os métodos que relatámos no traba-

lho atrás citado—alguns ideogramas. Julgou-se dêste modo que se poderia asseverar com rigorosa certeza quais os tipos de variações cromosômicas que foram induzidas pelos raios-X.

O material utilizado requereu um estudo incomparavelmente mais difícil do que aquele que pode exigir o já empregado em pesquisas dêste género, como o *Crépis capillaris* ou o *Crocus Olivieri*, *Crocus Balansae* e *Crocus biflorus*, por ter um número mais elevado de cromosomas e, sobretudo, por estes se assemelharem muito. Cremos, no entanto, que as nossas medições, executadas com o maior cuidado, puderam vencer, em parte, a dificuldade própria do material, acabando por definir exactamente, não só as extensões da fragmentação como até os novos tipos de cromosomas, sintetizados através dum processo complexo de fragmentação e translocação.

3. Observações e Discussão Geral

O *T. monococcum*, L., *vat. vulgare*, Körn, tem sete pares de cromosomas, sensivelmente isobraquiiais de dimensões muito semelhantes. Alguns dêstes cromosomas são dotados de constricções secundárias (Câmara, 1934).

Uma célula somática normal duma das plantas tomadas para testemunha, no nosso trabalho, apresenta os seus cromosomas conforme a disposição dada pela fig. 1.

A primeira consequência da irradiação, que imediatamente nos



FIG. 1

Cromosomas somáticos do *Triticum monococcum*, L. *var. vulgare*, Körn.

impressionou, foi a supressão de mitoses, logo após o tratamento. A actividade mitótica é, por assim dizer, sufocada, na ocasião em que as células suportam os raios-X. Essa mesma supressão de divisões persiste durante as primeiras horas que se sucedem à irradiação. Ainda depois de decorridas umas 24 horas o número de células em divisão é extremamente baixo e os cromosomas apresentam-se enormemente encurtados e deformados.

Ao cabo deste período, porém, verifica-se o regresso à normalidade mitótica e observam-se então numerosas anomalias, de carácter particular, muito semelhantes às de certas variações que ocorrem, por vezes, em condições naturais.

Stone (1933) ao referir-se a estas conseqüências da irradiação, aís como tivera ensejo de observar no *Crocus Olivieri*, acentuou que elas se desenvolviam em 3 fases distintas: (1) as células, com mitoses em curso, durante o tratamento, acabam as suas divisões, sem sofrerem quaisquer anomalias cromosómicas; (2) essas células entram, em seguida, num período dormente, o qual poderá durar até dois dias, para doses elevadas, sem mostrarem qualquer indício de actividade mitótica; (3) finalmente as células recomeçam a dividir-se, mas evidenciando já freqüentes variações.

Foi efectivamente neste último período que, no nosso material de trabalho, mais atentamente podemos estudar as variações cromosómicas induzidas. Dedicámos, evidentemente, a nossa atenção aos restantes períodos, mesmo áqueles em que domina a dormência dos núcleos; mas a investigação das transformações sofridas pelos genótipos só é eficiente depois de decorrido esse período forçado de repouso, dessa fase de reacção nuclear ao desequilíbrio funcional, provocado pelo tratamento dos raios-X.

Antes de descrevermos os resultados das nossas observações queremos referir as conclusões mais importantes dos investigadores que nos antecederam. Entre éstas merecem mais a nossa atenção, pelo alcance que podem ter na interpretação do processo evolutivo do complexo cromosómico, as seguintes (Mather e Stone, 1933):

1. A constrição de ligação ao fuso é um corpo constante que não é afectado pela irradiação.

2. A ocorrência de anomalias envolve usualmente dois processos — fragmentação e fusão tôpo a tôpo, muito raramente fusão lateral.

Tem-se verificado, sempre, nos diversos trabalhos de irradiação (Dohbzansky, 1931, Navashin, 1931, Lewitsky e Araratian, 1931) que os fragmentos não sobrevivem desde que não tenham um corpo quinético.

Há, assim, uma notável concordância de pontos de vista dos vários observadores, a respeito desta primeira consequência da irradiação. Mesmo a respeito de outras anomalias cromosômicas, deparadas nos diversos trabalhos, há, ainda, uma certa unidade de vistas.

As fragmentações originam, como é evidente, fragmentos proximais e distais. Os primeiros, por arrastarem o ponto de ligação ao fuso, comportam-se normalmente através de toda a mitose, como se fossem verdadeiros cromosomas. Os segundos, destituídos de corpo quinético, deixarão de ter orientação nas anáfases e, apesar de serem muito freqüentes nas primeiras gerações celulares, vão-se tornando cada vez mais raros, até desaparecerem por completo.

As fusões de fragmentos distais com cromosomas ou segmentos proximais — «*translocações*» — dão origem a verdadeiros cromosomas de comportamento normal, capazes de subsistirem através de sucessivas mitoses.

Por vezes, conforme tem sido enunciado por alguns citologistas, surgem, como consequência de fusões particulares — de segmentos proximais — cromosomas com dupla ligação ao fuso. Claramente o comportamento destes cromosomas, os quais logicamente podemos chamar *diquinéticos*, terá de ser distinto dos cromosomas vulgares — que à semelhança do termo proposto para aqueles, poderemos designar como *monokinéticos*.

Dentre as variações estudadas por nós, as que indubitavelmente se observaram com mais freqüência foram *fragmentações*. As nossas figuras 2, 3, 4, 5, 6, e 7, mostram claramente o aspecto repetido dos cromosomas, das células somáticas, de plantas fixadas 48 horas depois do tratamento dos raios-X. Os fragmentos observados, de grandeza muito variável, parecem dispor-se na maioria dos casos sem qualquer orientação. Repetiram-se as observações no sentido de se poder verificar se a desorientação dos fragmentos é sempre explicada pela ausência do corpo quinético. A este respeito importa referir que, em certas placas bem estudadas, apareceram fragmentos sem constrições visíveis, nitidamente orientados, como se fôsem verdadeiros cromosomas. Evidentemente, estes casos tem de ser interpretados como de fragmentos dispondo de constrições quinéticas terminais, as quais são, é como sabido, de observação difficilima.

Ainda em outras células notámos a disposição dos fragmentos na periferia (fig. 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11). Esta tendência contrífuga de certos fragmentos, revela, em alguns casos, um afastamento rápido de porções do mesmo cromosoma, logo a seguir ao momento de rutura.



FIG. 2



FIG. 3

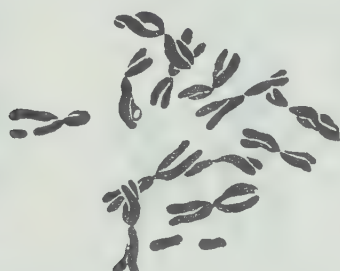


FIG. 4



FIG. 5



FIG. 6

Metáfases duma planta irradiada durante 3 minutos, a 65 Kv, 5 mA. (fixação feita 48 horas depois do tratamento) X3200. Na Fig. 2 observam-se cinco cromosomas cefalobraquiais, quatro fragmentos dispersos ao acaso e uma deleção bastante acentuada num cromosoma. Na Fig. 3 distingue-se, além de variações semelhantes, um fragmento aparentemente demonstrativo da rutura se ter operado pela constrição. Na Fig. 4 nota-se um cromosoma com uma deficiência num único cromatídeo. Na Fig. 5 pode observar-se o cromosoma B e, entre vários fragmentos, um com indícios de translocação recente (I). Na Fig. 6 observa-se um cromosoma C e quatro fragmentos, dos quais dois mostram ter-se dado a fractura pelos pontos de constrição.

Não é fácil, evidentemente, prever as razões porque dos fragmentos distais uns são distribuídos pelo interior da placa e outros são atirados para a periferia. À primeira vista poder-se-ia supor que a sua dispersão se efectuará sempre ao acaso, umas vezes entre a massa dos cromosomas outras periféricamente. Todavia, medições de alguns destes fragmentos periféricos, demonstrando pertencerem a certos tipos

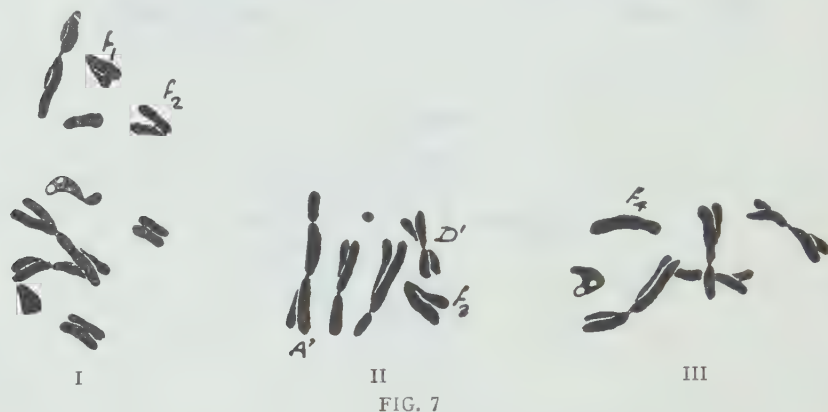


FIG. 7
Cromosomas observados em três células irradiadas, X3200. Notam-se, além de várias anomalias, fragmentos f_1 , f_2 , f_3 e f_4 que parecem significativos da rutura se ter verificado pelas constrições. Observam-se ainda mais os tipos novos de cromosomas A' e D' .

de cromosomas, sempre aos mesmos, fazem crer na possibilidade da existência duma força de repulsão em determinados elementos. Claramente, êste facto não pode ser referido aqui senão com reservas, visto que é muito difícil garantir se os fragmentos distribuídos por entre o conjunto dos cromosomas estão igualmente desprovidos de corpo quinético.

O ponto por onde se opera o rompimento é ainda muito discutível. Lewitsky e Araratian (1931) afirmaram que se dava logo atrás da constrição quinética e não era assim função do diâmetro. Parecia, portanto, lógico que, se a rutura se podia efectuar indiferentemente do diâmetro dos cromosomas, ela tanto se havia de dar pelo ponto de ligação ao fuso como por qualquer ponto da sua extensão.

As nossas observações fazem acreditar que a fragmentação ocorre, de preferência, em determinados *pontos críticos*, ou como nós dizemos, na nossa linguagem de laboratório, em certos *pontos fracos*.

Medições repetidas de numerosos fragmentos provaram que

alguns dêles, bem orientados — possuidores, portanto, de elemento quinético — eram de comprimento sensivelmente igual em diversas células.

Parece crível, uma vez que há constância de dimensões, em todos êsses fragmentos e que todos êles dispõem de ligação ao fuso, que êles resultam dos *mesmos tipos de cromosomas*, por rutura ope-

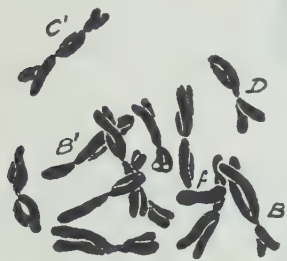


FIG. 8

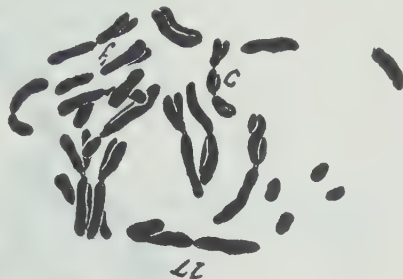


FIG. 9

Metafases duma planta irradiada durante 5 minutos, a 60 Kv, 5mA. A 1.^a metafase provém duma raiz fixada sete dias após o tratamento; A 2.^a duma raiz fixada decorridas 48 horas. X3200. Na Fig. 8 observam-se os cromosomas B, B', C' e D, que são diferentes dos característicos do *T. monococcum*. Na Fig. 9 nota-se além duma fragmentação considerável uma ligação lateral (L1), um cromosoma novo C e um fragmento f₁ que parece ser ainda justificativo da fractura ter ocorrido pelo ponto de constrição ou por qualquer ponto muito vizinho dela.

rada nos *mesmos pontos*. A confirmar esta suposição há a circunstância, que nós observamos, dos comprimentos dêsses fragmentos corresponderem sensivelmente aos comprimentos de certos braços de cromosomas. Se assim suceder, como as múltiplas medições feitas autorizam a supor, a vizinhança do ponto de ligação ao fuso constitui, de facto, como julgavam Lewitsky e Araratian, um dos tais *pontos fracos*. É crível, contudo, que existam outros e que entre esses haja uns que sejam correspondentes a determinados arranjos de estrutura cromosómica, como poderão ser porventura as constrições secundárias.

Por estes factos, e não obstante ter sido posta em dúvida a questão do diâmetro do cromosoma, parece que êle é, pelo menos, em parte, responsável pela fragilidade que o mesmo cromosoma evidência. Claro está que a acção dos raios-X não se pode traduzir apenas numa simples acção mecânica de rompimento. Mas, o aparecimento repetido de pequenos segmentos, muito semelhantes, em extensão, às cabeças de certos cromosomas característicos do *T. mono-*

coccum, faz supor que as rupturas se efectuem com facilidade, pelos pontos dessas constricções secundárias.

A concepção da existência dos pontos críticos, parece, contudo,

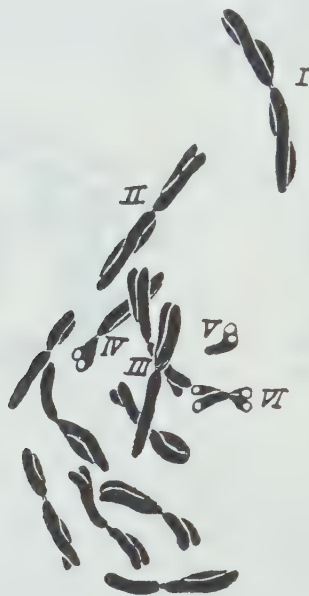


FIG. 10

Na metafase representada nesta figura, de material fixado sete dias depois do tratamento (65 Kv, 5mA, durante 5 minutos), vêem-se os cromosomas alongados I, II, III e IV resultantes evidentemente de translocações em que foram possivelmente envolvidos os cromosomas V e VI $\times 4200$.

ficar abalada pela circunstância de se não dar a fragmentação simultânea nos cromosomas homólogos. Efectivamente, nunca observámos que a fragmentação dum destes elementos fôsse fielmente acompanhada por fenómeno idêntico no seu par.

Mas é natural que a rutura dos cromosomas derive não só da existência de *pontos críticos*, como nós supômos, sendo êstes, possivelmente, correspondentes a regiões de menor diâmetro, mas também a condições especiais favoráveis à rutura, criadas pela própria irradiação. tanto nos cromosomas como no meio vizinho. A invulnerabilidade de certos homologos parece-nos, até, extremamente curiosa, e de certo alcance, para a discussão filogenética que adiante referiremos.

Lewitsky e Araratian referiram que encontraram, algumas ve-

zes, fragmentação restringida a um único cromatídeo em lugar dela atingir todo o cromosoma. Mather e Stone, contestando êste facto, dizem que os investigadores russos, apontados, só encontraram um

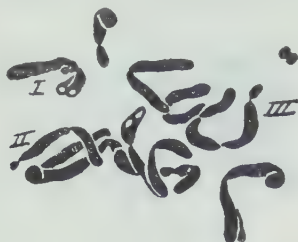


FIG. 11

Metafase duma planta fixada 3 dias após a irradiação (fixador Lewitsky, 6:4). Observa-se um trabante lateral no cromosoma I. Nota-se mais que as cabeças dos cromosomas II e III são mais pequenas que as características dos cromosomas do tipo 2 (vidé fig. 46).

único caso de cromatídeos desiguais, em todo o seu estudo de irradiação de *Crepis capillaris*. Daqui, eles supõem impossível que os cromosomas sofram a sua clivagem durante a metafase-anafase. Deveremos salientar, contudo, que encontrámos no nosso material dois desses casos (fig. 4,13). Não nos parece demais que possam subsistir dúvidas na sua interpretação.

Os cromosomas do *T. monococcum* fragmentaram-se, indiscutivelmente, num único cromatídeo. Ora, para suceder isto é necessário



FIG. 12

Parte duma metafase mostrando a inserção duma cabeça a um único cromatídeo.
× 3200

que a anomalia ocorresse — como dizem Mather e Stone — depois do fendilhamento dos cromosomas. A circunstância de termos encontrado estas transformações, confirmando, assim, o resultado de Lewitsky, embora êle fôsse contestado, posteriormente, por Mather e Stone, mostra

a necessidade de encarar, com muito mais cuidado, a fase da clivagem cromosómica.

A par destes casos de fragmentação, encontram-se com notável frequência casos de dissociação de cromosomas. Uma vez os fra-

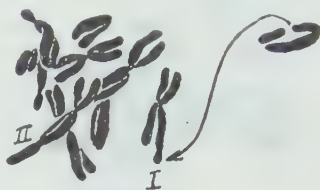


FIG. 13

Parte duma metafase mostrando um fragmento com deficiência num único cromatídeo. Compare-se a extensão desta deficiência com as dimensões do pequeno segmento que se foi soldar ao cromosoma I. Dir-se-ia, por esta comparação, que este pequeno segmento saiu exactamente daquela deleção. Nesta metafase pode observar-se ainda um longo cromosoma II com indícios de ter sofrido uma translocação recente.

gmentos obtidos por um simples rompimento conservam a configuração de nucléolos, de dimensões muito variáveis.

Outras vezes, a dissociação é provocada, por assim dizer, nas anáfases. Efectivamente, quando os cromosomas ganham por translo-

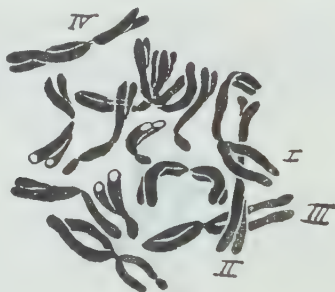


FIG. 14

Metafase duma planta irradiada durante 10 minutos (65 Kv, 5mA) e fixada três dias depois, mostrando um cromosoma com um único apêndice, três longos cromosomas (I, II e III) e três cromosomas cefalobraquiais, $\times 3200$

cações duas constrictões quínéticas, muito próximas, sofrem, com a tracção exercida entre os dois polos opostos, uma tal deformação que poderá ultrapassar o limite de resistência e verificar-se então a rutura.

Além da fragmentação originada por este processo, há, ainda,

que contar com uma degradação pronunciada do material que se revela não só por numerosas soluções de continuidade, pontos eviden-



FIG. 15

Parte duma metafase: Cromosomas (I e II) com possíveis indícios de translocação.

tes de dissociação, deleções ou deficiências, mas também pela maior dificuldade que os cromosomas oferecem a receber o corante.

Ao relatarem-se estes fenómenos de fragmentação, com seus variados efeitos, importava, agora, referir o que as nossas observações



FIG. 16

Metafase mostrando 3 cromosomas cefalobraquiais e uma fusão tópo a tópo de dois cromosomas. $\times 3200$ (duma planta irradiada durante 15 minutos a 60 Kv, 5mA).

mostraram sobre a possibilidade ou impossibilidade de criação de constricções quinéticas.

Vimos que estes corpos quinéticos têm tal importância que os fragmentos que os possuem têm possibilidades de subsistência, ao passo que os outros acabam por ser eliminados mais tarde ou mais cedo. Claro, que se os corpos quinéticos pudessem ser adquiridos por este ou outro processo qualquer, abrir-se-ia imediatamente um novo horizonte para a análise da evolução do complexo cromosómico.

É certo que Lewitsky e Araratian (1931) consideraram possível a

criação de constrições quinéticas. No seu material, a avaliar pelos seus desenhos, não só se mostram sugestões de constrições adquiridas sub-terminais, em cromosomas recentemente criados, do tipo cefalo-

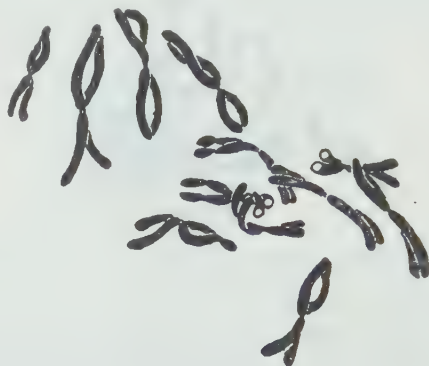


FIG. 17

Metáfase com 12 cromosomas apenas. Examinada em material fixado sete dias depois do tratamento (65 Kv, 5mA, durante 6 minutos). $\times 3200$

-braquial, como até se encontram possibilidades de justificação para o aparecimento de constrições medianas. Num caso, até, estes investiga-

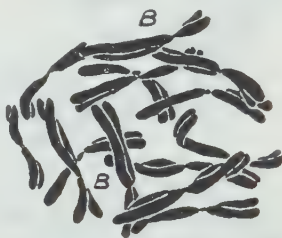


FIG. 18

Metáfase mostrando dois cromosomas do tipo B (vidé Fig. 26). (fixado 30 dias depois do tratamento—60 Kv, 5mA, durante 5 minutos) $\times 3350$

dores encontraram um pequeno cromosoma com constrição e com satélite.

Há, pelas suas referências, evidência do aparecimento de constrições. O que se fica sem saber, porém, é se essas constrições são ou não quinéticas.

Em alguns cromosomas do *T. monococcum* irradiado notam-se diferenças de diâmetro que podem ser tomadas, pela apreciação dos

comprimentos dêsses mesmos cromosomas, como reminiscências das inserções das peças translocadas (fig. 5, 13 e 15).

É curioso referir, contudo, que essas diferenças de diâmetro,

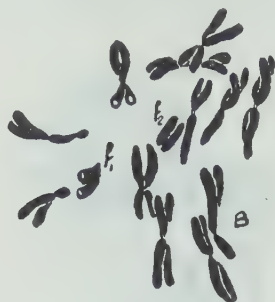


FIG. 19

Metáfase mostrando os cromosomas muito encurtados (Material fixado 24 horas depois do tratamento—60 Kv, 5mA, durante 3 minutos) $\times 3200$

embora algumas vezes pareçam estrangulamentos, nunca se apresentam tão profundamente vincadas que possam ser olhadas como constrições. Importa, ainda, salientar que em muitos outros casos, cromosomas



FIG. 20

Parte duma metáfase duma planta irradiada. Observa-se o cromosoma B (vidé Fig. 26) $\times 3200$

nítidamente resultantes de translocações não apresentam quaisquer indícios da fusão realizada. (fig. 7, 8, 10, 17, 18 e 21).

Estes factos apoiam a negação de Lewitsky e Araratian (1931) à hipótese de Darlington (1929) sobre as constrições secundárias, provenientes de translocações. Entretanto, apesar dos resultados obtidos, olhamos com certa reserva a afirmação daqueles autores. Na verdade, limitando os nossos estudos a poucos dias depois do tratamento, não

sabemos o que sucede a esses estrangulamentos através de gerações sucessivas, se desaparecem ou se pelo contrário poderão ganhar maior intensidade num vínculo mais profundo.

Outra consequência da irradiação é, como já referimos, a fusão



FIG. 21

Metáfase duma célula vizinha da desenhada na Fig. 16. Note-se o cromosoma B e o cromosoma cefalobraquial.

tôpo a tôpo de fragmentos de cromosomas, constituindo as chamadas translocações.

Foram variados os tipos de translocações que obtivemos. As nossas fig. 5, 6, 7, 8, 9, 18, 19, 20 e 21, mostram alguns dos mais interes-

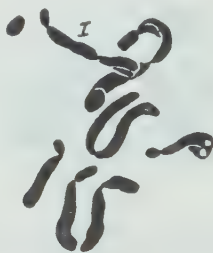


FIG. 22

Célula haploide mostrando seis cromosomas alterados, Só o cromosoma I parece ter ficado intacto. $\times 3200$

santes a que adiante faremos referência quando tratarmos da discussão filogenética.

Outro efeito de tratamento pelos raios-X que tem de ser considerado é o do encurtamento dos cromosomas. É sabido que o processo de encurtamento tem o maior interesse na filogenia. Delaunay

(1931) chamou-lhe, mesmo, *encurtamento filogenético*, e Senjaninova-Korczagina (1932) considerou-o como um *processo lento de evolução*.

No nosso material deparámos com alguns casos de redução intensa. As nossas fig. 4 e 19 mostram exactamente o grau de encurta-

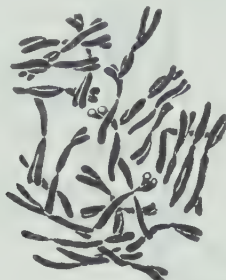


FIG. 23

Célula tetraploide. A célula tem dimensões idênticas às das células diploides. Os cromosomas porém são muito mais delgados. Comparem-se os cromosomas desta figura com os da Fig. 24 que foi obtida duma célula vizinha.

mento atingido. Dá a impressão de que o encurtamento é generalizado a todos os cromosomas e de que não há uns mais susceptíveis do que outros. Lewitsky supõe (1931. a) que há possibilidades de ser transmi-



FIG. 24

Metáfase mostrando oito cromosomas aparentemente intactos, cinco cefalobraquiais e um fragmento proximal. $\times 3200$

tida a condição favorável a esse encurtamento. Entretanto os elementos que colhemos provaram que a irradiação não tem êsse efeito. Pelos numerosos casos observados verificámos que a irradiação provoca, por vezes, o encurtamento. Mas, a apreciação de gerações celulares sucessivas, demonstrou, que essa condição não é estável, antes é

símples variação fortuíta, que prontamente desaparecerá desde que decorra algum tempo.

Finalmente, resta-nos tratar dum efeito dos raios-X que até

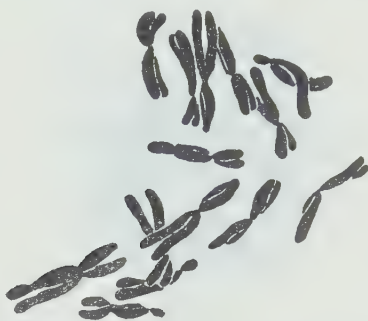


FIG. 25

Célula quasi normal. Apenas se podem observar dois cromosomas novos cefalobraquiais. (Radícula fixada 30 dias depois do tratamento—60 Kv, 5mA, durante 5 minutos).

agora não foi posto devidamente em relêvo. Queremo-nos referir ao aparecimento de células haploides ou mesmo à formação de verdadeiros sectores haploides nas raízes irradiadas.

Nalgumas células os cromosomas apresentam-se como se não tivessem sofrido quaisquer transformações. Noutras, porém, observam-se variações profundas (fig. 22).

Em qualquer dos casos, afigura-se-nos que êste aspecto é digno do maior interêsse. Foi já possível criar trigos haploides, graças à acção dos raios-X sôbre células germinais. Kihara e Katayama (1932) relataram o aparecimento de indivíduos haploides do *T. monococcum*, depois da exposição aos raios-X, durante o período da meiose. Chizaki (1933) referiu igualmente a ocorrência de plantas haploides. E por fim, Katayama (1934) pôde estabelecer as proporções em que aparecem essas plantas. É curioso salientar que a percentagem maior verificada na obtenção de haploides atingiu a cifra connsiderável de 17,58 %—e foi obtida apenas à custa da irradiação do polen (1).

(1) Katayama utilizou um tubo de Coolidge com anticatodo de tungsténio e applicou doses de 40 Kw, 2mA, à distância de 30 cm., com filtro de 1 m'm. de alumínio, durante 30 minutos de exposição.

O aparecimento de células haploides, no nosso material, pode mostrar mais uma possibilidade de obtenção dessas plantas. Efectivamente se se obtêm células e até verdadeiros sectores haploides, é crível que surja um rebento — um colmo — que seja haploide também.

Com o ser possível transmitir esta condição, parece dever chamar igualmente as atenções a possibilidade de obtenção de células tetraploides. Encontrámos, por vezes, algumas destas células (fig. 23) e isso fez-nos supor que os raios-X pudessem constituir um agente útil para a indução de políploides.

É certo que Mather e Stone (1933) afirmaram que as únicas anomalias que tinham possibilidades de sobreviver eram as translocações e os fragmentos pròximos; e que a ocorrência de quimeras nas raízes, para estas diferentes anomalias, demonstra a impraticabilidade de irradiar estruturas somáticas de maneira a produzir simples rearranjos genéticos de utilidade.

Não compreendemos o caso da mesma maneira. Vemos, pelo contrário, a possibilidade de tirar partido dos raios-X. É crível que, do mesmo modo que se obtêm células se poderão obter mais tarde ou mais cedo plantas.

Os raios-X são, ainda, manejados com grande desconhecimento da sua acção e da receptividade particular dos indivíduos. O empirismo tem andado estreitamente ligado a estas investigações e é difícil, portanto, assegurar desde já qual o futuro que cabe a tal agente. Conquanto êste campo de estudo tenha sido assediado por uma vaga de investigadores, está ainda, muito longe de se poder considerar desbravado.

Por agora limitamo-nos a afirmar que se obtêm células haploides e tetraploides, a par de outras variações já referidas; e lembramos que estas variações somáticas poderão talvez originar condições genéticas úteis.

4. Análise dos efeitos dos raios-X na discussão filogenética

A evolução, que sob o ponto de vista cariológico, se pode decompor, por vezes, em períodos nitidamente marcados, a que correspondem constituições cromosómicas distintas, cada vez mais complexas, pode, talvez, analisar-se hoje, graças à acção dos raios-X, duma maneira mais compreensível e, por isso mesmo, mais exacta.

Realmente a série de trabalhos realizados, sôbre efeitos dos

raios-X nos cromosomas, mostra duma maneira indiscutível que o todo cromosómico, sendo extremamente susceptível à sua acção, sofre determinadas variações, que se aproximam duma maneira notável das variações ocorridas nas condições naturais. Este agente pode assim criar têrmos de transição, ignorados no momento actual, possivelmente existentes em outras eras, os quais aumentando e precisando agora os elementos de informação, poderão esclarecer problemas aparentemente obscuros, ou poderão, mesmo, encaminhar as investigações em outra direcção mais lógica e mais produtiva.

Os casos de interpretação filogenética fundamentados sobre elementos cariológicos são já muito numerosos. Sax (1921-23), Heilborn (1924), Hurst (1925), Clausen (1931), entre muitos outros, mostraram a grande importância da citologia como auxiliar das investigações taxonómicas. Navashin apresentou mesmo (1926) uma série de casos notáveis de evolução no género *Crepis*, estabelecendo o paralelo entre as constituições cromosómicas das diversas formas. Sveshnikova (1927 e 1928) estudando a cariólogia do género *Vicia* deu indicações interessantes sobre a sua filogenia. Hollingshead e Babcock (1930) conseguiram estabelecer todo um sistema filogenético para o género *Crepis*.

Compreende-se, assim, que perante o interesse crescente das investigações deste género, os citologistas e genetistas viessem a considerar como bom material de trabalho o trigo. E natural era, portanto, que ao interpretar a filogenia deste género, com recurso à cariólogia, se analisassem as contribuições fornecidas pelo estudo dos raios-X.

Vejamos, primeiramente, qual é a posição actual dos nossos conhecimentos sobre a filogenia do trigo. As teorias que foram sugeridas sobre este problema por Percival (1921), Winge (1917) e Vavilov (1926) dão elementos de estudo e análise de indiscutível valia. Contudo, estão longe de esclarecer completamente o problema e necessitam novos elementos de informação, novas demonstrações e sobretudo um estudo pormenorizado das espécies mais rudimentares, das diploides.

A doutrina de Percival apoia-se exclusivamente sobre dados sistemáticos; mas mesmo assim, a-pesar-do âmbito relativamente acahado que esses dados permitem explorar, a sua sugestão merece ser olhada com a maior das atenções, visto que oferece soluções de grande interesse.

Percival considera os três grupos de trigo independentemente.

Acêrca do primeiro afirma que a espécie selvagem *T. aegilopoides* está intimamente relacionada com a espécie cultivada *T. monococcum*. Sobre o segundo grupo entende que o *T. dicoccum* e *orientale* derivam do *T. dicoccoides*, o *T. durum* do *T. dicoccoides* ou *T. dicoccum*, e o *T. polonicum* directamente do *T. durum*. Julga, por fim, que o *T. turgidum* deve resultar dum cruzamento entre uma forma de *T. dicoccum* e de *T. compactum* ou *vulgare*. Quanto ao terceiro e último grupo de trigos a opinião de Percival é que a extrema complexidade e o elevadíssimo número de variedades dêste grupo só podem ser satisfatoriamente explicados pela concepção da origem híbrida, com intervenção de *Aegilops ovata*, L., ou *A. cylindrica*, Host.

A teoria de Winge — a já famosa teoria da origem das séries poliploides — concorda em princípio com êste modo de ver de Percival acêrca da origem híbrida do *T. vulgare*. Estabeleceu aquele autor que a hibridação entre duas espécies pode ser seguida de duplicação do número de cromosomas. O exemplo da obtenção da *Primula Kewensis* ($2n=36$) pelo cruzamento da *Primula floribunda* ($2n=18$) com *P. verticillata* ($2n=18$) (Newton e Pellew, 1926) é claramente demonstrativo da verdade da teoria de Winge. Demais têm-se apresentado tantos casos de duplicação após determinados cruzamentos que já se não pode pôr em dúvida a doutrina daquele investigador.

Finalmente, Vavilov mostrou que os trigos têm *centros distintos de diversidade* e que êstes correspondem aos *centros de origem*. Significa isto que os trigos tiveram, segundo êste modo de ver, três centros distintos de origem, os quais foram, segundo as investigações de Vavilov, o Afeganistão para os trigos hexaploides, as regiões montanhosas da Abissínia para os trigos tetraploides e provàvelmente as regiões da Ásia menor para os trigos diploides. Vavilov afirmava, contudo, que os elementos de informação sôbre trigos diploides eram demasiadamente escassos, para que se pudesse precisar o seu centro de origem.

Compreende-se que se os trigos diploides participassem da mesma região dos tetraploides poderíamos facilmente conceber a formação dêstes por simples duplicação cromosómica daqueles. É certo que segundo Percival (1921) se encontra o *T. aegilopoides* na Grécia como herva brava largamente difundida, do mesmo modo que se encontra na Bulgária meridional, na Sérvia meridional, na Crimeia, no Cáucaso ocidental e na Ásia Menor. É também provável que o *T. monococcum*, nas suas formas primitivas, vegetasse na Europa meridional. Parece confirmar tal suposição o facto do *T. monococcum* ser

cultivado, desde os tempos mais remotos, em diversas regiões da Península Ibérica e de se cultivar ainda na Suíça, França, Itália, Grécia.

É compreensível que se não possa aceitar inteiramente que os centros de diversidade correspondam com exactidão aos centros reais de origem. Watkins lembrou a este propósito, e com razão, (1930), que há que contar com a intervenção dos homens através dos séculos a qual naturalmente tendeu a dispersar as formas pelas regiões as mais diversas.

Parece, assim, evidente que a interpretação dos elementos fornecidos pela botânica geográfica, sempre difícil, é em alguns casos muito problemática. Demais, no que diz respeito aos trigos diploides era o próprio Vavilov que declarava que o conhecimento que se tinha deles, na ocasião em que apresentou o seu trabalho, era extremamente insuficiente.

Embora, hoje, já se tenha, dos diploides e tetraploides bravos, uma ideia mais exacta, mercê dos elementos de informação apresentados por Flaksberger (1926-1928) e Tumanyan (1930-1934), o problema ainda se apresenta extraordinariamente complexo, de impossível decifração no estado actual dos nossos conhecimentos.

Flaksberger mostrou pela primeira vez (1926) a extrema semelhança morfológica entre espiguetas do *T. dicoccoides*, um tetraploide, e *T. Tchaoudar* e *T. aegilopoides*, dois diploides. A semelhança é sobretudo muito grande, pelo menos à primeira vista, entre o *dicoccoides* e o *Tchaoudar*.

A este propósito é curioso referir que para Flaksberger o *T. Tchaoudar* parece ser uma miniatura do *T. dicoccoides*. Parece isto significar, pela semelhança e pelas diferenças de dimensões, que este último pode ser considerado como resultante da duplicação da série básica de cromosomas. Quere dizer, que um será o diploide donde derivou o tetraploide. Claro que isto é uma mera suposição. Todavia, o facto dos híbridos *T. Tchaoudar* $\times$ *T. dicoccoides* serem perfeitamente férteis, conforme foi referido por Schultz (1912), apoia esta concepção. Poderá suspeitar-se da natureza híbrida dos espécimens estudados por Schultz, como fez Flaksberger, mas não se poderá deixar de salientar a extrema semelhança das duas espécies.

Segundo Flaksberger, em obediência ao conceito sistemático, o *T. dicoccoides*, Körn., ocupa uma posição intermédia entre o *T. Tchaoudar* e o *dicoccum* cultivado.

Torna-se curioso, ainda acerca deste assunto, passar em revista os resultados obtidos pelos investigadores da Escola russa,

sem dúvida aquela que mais tem contribuído para o esclarecimento do problema.

Tumanyan (1930) encontrou na Arménia, um dos centros agrícolas mais antigos do mundo, numerosas formas bravas de trigos diploides. A espécie *T. aegilopoides* é, representada por exemplo nesta região, por um número considerável de formas. A própria espécie *T. Tshaoudar* é representada por três formas. Torna-se, ainda interessante notar que foi encontrada em 1925 na mesma zona o *T. monococcum*, var. *Hornemanii*. A mesma espécie de *monococcum* apareceu em 1926 como planta brava em culturas de *T. dicoccum*.

O trabalho posterior de Tumanyan (1934) sobre escanhas bravos, mostrando a existência de 30 variedades do *T. aegilopoides* e 22 do *T. Tshaoudar*, revela uma riqueza considerável dos trigos diploides, facto este que ainda não havia sido suspeitado.

Finalmente, Flaksberger (1926-1928) referiu que os dados modernos não permitem considerar o *T. dicoccoides* como forma progenitora dos trigos tetraploides, como pretendia Percival para os *T. dicoccum* e *orientale*.

Sabe-se, então, por um lado, que o *T. dicoccoides* não pode ser considerado genitor das espécies básicas dos tetraploides. Sabe-se, por outro lado, que os trigos diploides compõem uma colecção rica ainda mal estudada, mas apresentando tipos, como o da espécie *T. Tshaoudar*, intimamente relacionados com o *T. dicoccoides*.

Poderia, assim, supor-se que os tetraploides derivassem da duplicação da série básica de cromosomas duma dessas numerosas formas de diploides. E que depois se atingisse a variedade dos tetraploides por variações cromosómicas como translocações, intercâmbios segmentários, etc.

Demais, entre os trigos tetraploides há ainda espécies que necessitam ser devidamente investigadas. A espécie *Triticum Timopheevii*, por exemplo, encontrada por Zhukowsky, em 1923, ainda não foi estudada em relação às suas afinidades com as restantes espécies tetraploides. Ora é perfeitamente possível que o estudo detido das associações de cromosomas na F_1 , de híbridos entre este trigo e as diversas formas de trigos diploides e tetraploides, venha a provar que o seu genómio faz a transição dos daqueles grupos.

Terá alguns visos de verdade aquela hipótese? Sax (1922), Kihara (1924-30-32), Thompson (1926), Melburn e Thompson (1927), conceberam, pelo menos, um processo semelhante. A contribuição de Kagawa (1929) veio, porém, abalar de certo modo esta concepção, por

precisar que nos trigos tetraploides e hexaploides aparecem tipos de cromosomas que não aparecem nos diploides — melhor que não aparecem na variedade que ele estudou de *T. monococcum*.

Numerosas razões se apresentam a definir o trigo como alopoliploide. São demais conhecidas para que nos demoremos a frizá-las. A existência, no trigo, de factores duplicados ou triplicados faz supor que sendo esta planta nitidamente alopoliploide, as espécies mais complexas devem derivar de hibridações entre espécies com genes similares para os caracteres considerados. E, entretanto, à primeira vista poderia parecer que a existência de factores duplicados era justificativa dum autopoliploidismo. As experiências de Stadler (1929) sobre a indução de mutações no trigo, pelos raios-X, poderiam confirmar este juízo, visto que vieram mostrar que as mutações factoriais eram muito mais freqüentes nos trigos diploides que nos tetraploides ou hexaploides. Mas importa lembrar que este facto só se verifica no caso de certos genes e não de todos. É evidente que, se os trigos são alopoliploides, a ocorrência de mutações em certos genes, não duplicados, deve ser tão freqüente como nos trigos diploides.

Os resultados de Delaunay (1931-1932) obtidos em trigos hexaploides parecem singularmente significativos. Este investigador, ao tratar *T. vulgare*, com raios-X, encontrou mutantes numa elevada percentagem. E é até curioso notar que entre esses mutantes obteve o tipo *mítico*.

Estes dados estabelecem, portanto, primeiro a existência de factores duplicados e triplicados, depois a existência de factores singelos. Significará isto que tivemos duplicação ou triplicação da série básica de cromosomas, ou que houve hibridação entre espécies muito afins diferindo em pequenos caracteres? A este respeito torna-se interessante lembrar que o mutante *mítico* provocado por Delaunay, nos seus trabalhos de irradiação do trigo, é caracter do *A. ovata*, L. ou do *A. cilíndrica*, Host., plantas a que Percival atribue o papel de genitores nos hexaploides.

Não desejamos encarar aqui a filogenia dos hexaploides. Apenas nos preocupa agora discutir se os tetraploides do trigo podem ou não resultar da duplicação da série básica de cromosomas dos diploides, seguida de transformações cromosómicas idênticas às induzidas pelos raios-X. E para isso, não pretendemos afirmar que o antepassado fôsse o *T. monococcum vulgare*, a forma que trabalhamos, sob o ponto de vista da irradiação. Claramente, o genitor original

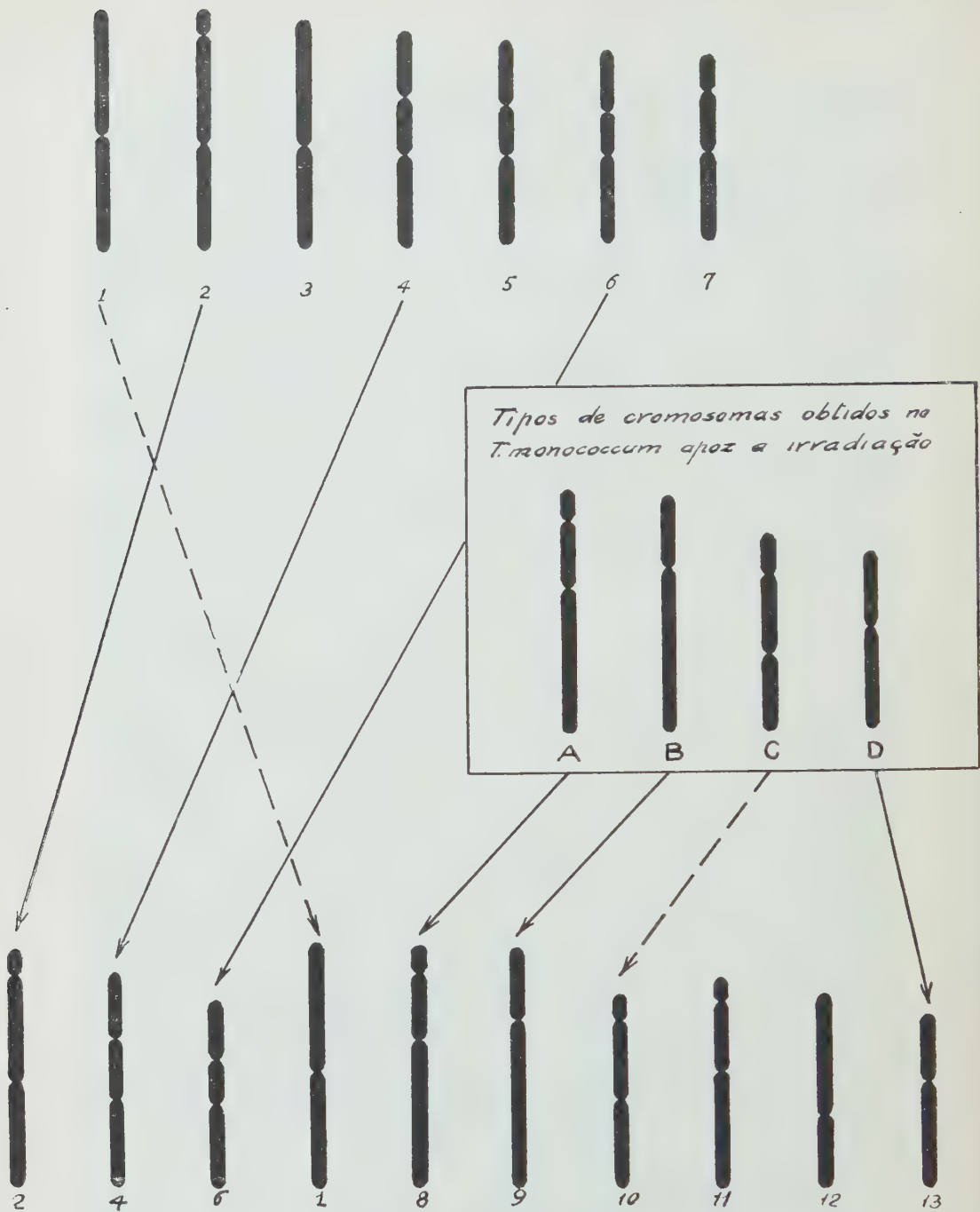
tanto podia ter sido um dos diploides já estudados como algum outro ainda ignorado ou até mesmo já desaparecido. De toda a maneira o que aqui importa ressaltar é que o poliploidismo foi acompanhado de variações cromosômicas, o que foi sugerido mas nunca demonstrado duma maneira clara.

Pelo que se disse, da existência nos tetraploides de factores duplicados e de factores singelos, e ainda da existência de certos tipos de cromosomas diferentes dos que aparecem nos diploides, parece dever concluir-se que neste grupo de trigos há um grupo de cromosomas que se manteve constante após a duplicação, e outro que sofreu grandes transformações. O grupo constante justificaria a existência de factores duplicados, mesmo sem recurso a hibridações de espécies afins. A parte alterada justificaria, por sua vez, que os trigos tetraploides formassem bivalentes durante a meiose, comportando-se sobre o ponto de vista genético como diploides, dando na F_2 relações fenotípicas de 3:1 ou 1:2:1, e nos cruzamentos retrógrados de 1:1.

Como já vimos, Kagawa afirmou (1929) que a composição das séries dos cromosomas *T. dicoccum*, *T. polonicum* e *T. durum*, *T. vulgare*, *T. compactum*, *T. spelta*, mostram que elles não são autopoliploides, visto que estas espécies não apresentam reduplicação exacta dos tipos de cromosomas do monococcum. É evidente que esta contribuição não poderia ter importância definitiva. Nem se sabia, ao tempo, qual a variabilidade dos trigos diploides—nada autorizando afirmar que uma variedade do *T. monococcum*, que nem conhecemos qual fôsse, constituísse ponto de partida da evolução—nem se pôde determinar exactamente o genómio dum trigo tetraploide. Devemos dizer, contudo, que ainda foi Kagawa quem conseguiu estudar melhor os genómios de trigo. E, entretanto, só lhe foi possível estudar alguns tipos de cromosomas. Ora, é lícito supor conforme refere Kagawa (1929) «... It is not impossible in consideration of the methods of classification and the morphological features of chromosomes described before, that other chromosomes types may be decided to exist or a part of the classification of types made by the writer might be altered perhaps slightly if the further studies were made».

Demais nós mostrámos (Camara, 1934) que o próprio *T. monococcum* apresenta raças cariológicas distintas. Ora, é evidente, que, se isto se passa entre variedades da mesma espécie, muito mais profundas devem ser as diferenças entre os genómios das diversas espé-

TRITICUM MONOCOCCUM



TRITICUM DICOCCUM

FIG. 26

Esquema dos ideogramas do Triticum monococcum e do Triticum dicoccum. Comparação dos seus diversos tipos de cromosomas e de alguns tipos novos criados no T. monococcum em consequência do tratamento pelos raios X

cies diploides. É natural é que haja variabilidade semelhante nos genómios dos tetraploides e possivelmente até nos dos hexaploides.

Ora, se assim é, poderíamos logo supor que os tetraploides derivassem do cruzamento entre diferentes espécies de diploides, numa repetição do caso bem conhecido, e já citado, da *Prímula Kewensis*.

Mas vejamos ainda os elementos fornecidos por Kagawa. Êste estabeleceu para o *T. monococcum* cinco tipos distintos de cromosomas. Nós mesmo, em trabalho feito anteriormente encontrámos para a variedade *vulgare* de *T. monococcum* tipos muito semelhantes. A fig. 26 dá a representação do ideograma encontrado numa planta testemunha, não sujeita à irradiação.

Kagawa determinou depois os tipos de cromosomas de alguns tetraploides. E para a discussão, que ora nos interessa, bastará citar as suas referências para o trigo *polonicum* e sobretudo para o *dicoccum*. Para o trigo *polonicum* aquele autor determinou além dos tipos 1, 2, 3, 4 e 5, consoante a sua terminologia para o *T. monococcum*, cinco tipos novos de cromosomas 2^a, 6, 7, 8 e 9. Supoz Kagawa que os cromosomas do *T. polonicum*, são ligeiramente mais pequenos que os do *T. monococcum*. E supoz mais que isso deve resultar do facto de, no *T. polonicum*, o acréscimo de dimensões e do material nutritivo das células e núcleos não ser proporcional ao número de cromosomas.

Para o outro tetraploide, o *T. dicoccum* o mesmo autor citou além de quatro cromosomas que aparecem no *T. monococcum*, seis tipos novos (vidé fig. 26). Do mesmo modo Kagawa encontrou uma leve diminuição dos comprimentos no *T. dicoccum* em comparação com o que se passa no *T. monococcum*. E ainda determinou que só excepionalmente para o tipo n.º 1 (fig. 26) o qual aliás nem sempre pôde ser bem identificado, só havia dois homólogos para cada tipo de cromosoma.

Apontemos apenas êstes dois casos de tetraploides, para não alongarmos muito as nossas referências, e vejamos como êles poderão ser vistos à luz desta contribuição dos efeitos dos raios-X.

Antes, de mais nada, devemos referir que nas plantas irradiadas do *T. monococcum*, entre diversos tipos de cromosomas que foram obtidos por translocações, encontrámos quatro que designaremos por A, B, C e D, e que nos interessam na presente discussão (fig. 26).

Se compararmos, agora, o ideograma que nós desenhámos, para a espécie diploide considerada, com os tipos de cromosomas encontrados por Kagawa para um tetraploide, *T. dicoccum*, e se intro-

duzirmos ainda nessa comparação os tipos novos induzidos, pelo tratamento dos raios-X, verificamos que as diferenças são tão pequenas que deixam de ser significativas.

Ora vejamos: os cromosomas 2, 4 e 6 encontram-se na constituição cromosômica do *T. dicoccum*. O cromosoma 1 pode ainda dizer-se que se encontra na mesma constituição tetraploide, visto que se há alguma diferença ela é apenas de dimensões, e essa diferença pode não ter significado algum. Mas vejamos mais. Segundo o trabalho de Kagawa ficavam por encontrar semelhanças para mais seis elementos. Ora o nosso estudo consegue agora mostrar a formação de quatro tipos novos de cromosomas. E não leva muito tempo a observar que estes quatro tipos de cromosomas, que para o caso citamos, não são mais do que os tipos 8, 9, 10 e 13.

Poder-se-há dizer que há diferenças significativas entre o cromosoma C dos tipos provenientes da irradiação e o n.º 10. Realmente, há uma diferença de dimensões no último membro. Mas, a nossa experimentação tem mostrado existirem, por vezes, diferenças similares no mesmo indivíduo. Os próprios resultados de Kagawa deram diferenças importantes para a posição das constricções secundárias. Enfim, parece que mesmo este último tipo de cromosoma deve ser tomado como a repetição do cromosoma n.º 10, como havíamos sugerido.

Não podemos, assim, pôr em dúvida de que pelos raios-X obtivemos os tipos de cromosomas que haviam sido já definidos anteriormente, por Kagawa, como característicos dos trigos tetraploides.

Claro está que a par destes cromosomas observámos muitos outros tipos que não ofereciam qualquer interesse à nossa comparação. Seleccionámos, evidentemente, entre todos esses elementos novos, aqueles que, mais de perto, se aproximavam dos cromosomas próprios dos tetraploides. Mas, como é compreensível, não é pelo facto de previamente termos procedido a essa escolha que as nossas conclusões têm menos interesse.

Pretendíamos, aqui, provar que os cromosomas dum trigo diploide poderiam originar toda a série de cromosomas dos trigos tetraploides, através dum simples processo evolutivo com base de fragmentações, translocações, e intercâmbios segmentários. Ora, a comparação dos diferentes tipos de cromosomas, em que nos empenhámos, estabelecendo confronto entre os tipos conhecidos dos tetraploides e os que foram produzidos pelos raios-X, prova, uma vez que as variações induzidas não representam mais que uma simples

repetição das variações naturais, que êsses tipos característicos dos tetraploides poderiam ter sido criados sem que interviesse qualquer cruzamento.

Por último, como que a reforçar esta concepção, há o facto verificado nos nossos ensaios, de só certos cromosomas sofrerem os efeitos dos raios-X, quando os seus homólogos permanecem intactos. Com efeito, esta circunstância parece ser altamente significativa, por vir explicar o aparecimento nos trigos tetraploides dum simples par de cada tipo de cromosomas.

SUMÁRIO

1. Foram estudadas as diferentes variações cromosómicas obtidas no *Triticum monococcum* L. var. *vulgare* Körn, em consequência do tratamento pelos raios-X.
2. As fragmentações numerosas que se observaram foram detidamente analisadas, de modo a poder determinar o ponto por onde se operava a rutura cromosómica.
3. A observação minuciosa, de casos repetidos dos mesmos tipos de fragmentação, levou a concluir que cada cromosoma apresenta determinados *pontos críticos* de rutura.
4. Verificou-se, ainda, que os «loci» vizinhos das constrições primárias constituem os *pontos críticos* mais freqüentes. Admitiu-se assim, que o diâmetro é, de certo modo, responsável pela fragmentação.
5. O facto, sempre observado, das fragmentações dum cromosoma não serem acompanhadas de fragmentação similar do seu homólogo, reforçou a hipótese de que a irradiação produz condições especiais, não só nos cromosomas como no meio vizinho.
6. Observaram-se dois casos interessantes de fragmentação e delecção num único cromatídeo. Êste facto foi naturalmente interpretado como demonstração de que essas variações ocorrem após a clivagem própria dos cromosomas.
7. Apresentaram-se e discutiram-se novos elementos de confirmação à hipótese estabelecida sobre a impossibilidade de criação de novos corpos quinéticos.
8. Foram observadas, em número relativamente elevado, células tetraploides. Apareceram, ainda, mas muito raramente, células haploides.

9. Analisando-se os diversos casos de translocações operadas, mostrou-se que, entre os novos cromosomas produzidos neste trigo diploide, em resultado da irradiação, há alguns que anteriormente se haviam apontado como pertencendo exclusivamente aos tetraploides. Discutiu-se, finalmente, esta circunstância em relação ao significado que pode ter na apreciação da filogenia do género.

AGRADECIMENTO

O autor agradece ao Instituto Português de Oncologia as facilidades que lhe concedeu para ser irradiado algum do material observado. E manifesta muito especialmente ao Dr. Côrte Real a sua gratidão pela grande gentileza com que sempre o atendeu, tanto naquele Instituto, como no serviço de Raios-X do Hospital de S. José, efectuando todos os tratamentos que foram necessários à execução deste trabalho.

*Laboratório de Genética
do Instituto Superior de Agronomia.
Dezembro, 1934.*

ENGLISH SUMMARY

1. Several chromosome variations induced by X-rays were studied by the writer in *Triticum monococcum*, L. var. *vulgare*, Körn.
2. Fragmentations were studied in a large number of cells in order to seek evidence as to the point on the chromosomes where the rupture occurs.
3. Some evidence was found that each chromosome has some *critical regions of rupture*.
4. As a result of careful measurements of numerous fragments it was concluded that the region next to the spindle fiber attachment constriction is one of those *critical regions of rupture*.
5. The fact always observed that fragmentation in one chromosome is not followed by a similar fragmentation in its homologous strengthens the assumption that irradiation produces special conditions in the chromosomes and in their environment.
6. Two different cases of abnormal unequal chromatids were found.
7. More evidence was adduced to support the conception that the number of kinetic bodies in a chromosome complement is constant.
8. A certain number of tetraploid and haploid cells were observed.
9. An analysis of the end-to-end fusions showed that amongst the new types of chromosomes produced after irradiation in this diploid wheat there are some chromosomes that in the past were pointed out as belonging only to tetraploid wheats. This matter was dealt with and its possible bearing on the phylogeny of the wheat was shown.

BIBLIOGRAFIA

- CAMARA, (A. S.)—1954 — Um estudo citológico do *Triticum monococcum*, L. "Anais do Inst. Sup. de Agron.," VI; fasc. 2.º : 4-36.
- CHIZAKI—1933—On the occurrence of haploid plants in *Monococcum* wheat. Proc. Crop. Sci. Soc. Jap. 5 : 267-270.
- CLAUSEN, (J.)—1931 — Cytogenetic and taxonomic investigations on *Melanium* violets. Hereditas 15 : 219-308.
- DOBZHANSKY (TH.)—1929—Genetical and cytological proof of translocations involving the third and the fourth chromosomes of *Drosophila melanogaster*. Biol. Zbl. Bd. 49 : H. 7.
- DELAUNAY, (LN.)—1930—Röntgenexperimente mit Weizen. Wissenschaftl. Selektions. Institut. Kiew. 6 : 1-32.
1931 — Die Chromosomenaberranten in der Nachkommenschaft von röntgenisierten Ahren einer reinen Linie von *Triticum vulgare albidum*. All. Zeits. f. ind. Abst. u. Vererb. Bd. LV.
- FLAKSBERGER, (K.)—1926—A contribution to the study of wild *Monococcum* and *Dicoccum* and their phylogenetic connection with one another and with cultivated varieties. Bull. Appl. Bot. XVI, n.º 3.
1928 — The Emmers (*Triticum dicoccum*, Schr.) of Ancient Egypt and of modern times. Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed. vol. XIX, n.º 1:497-518.
- GOODSPEED, (T. H.) and AVERY, (P.)—1930 — Nature and significance of structural chromosome alterations induced by X-rays and Radium. Cytologia 1 : 308-327.
- HEILBORN, (O.)—1924—Chromosome numbers and dimensions, species formation and phylogeny in the genus *Carex*. Hereditas, 5 : 129-216.
- HOLLINGSHEAD, (L.) and BABCOCK, (E. B.)—1930—Chromosomes and phylogeny in *Crepis*. Univ. Calif. Pub. Agri. Sci. 6 : 1-53.
- HURST, (C. C.)—1925 — Chromosomes and characters in *Rosa* and their significance in the origin of species. Experiments in genetics. (Cambridge Univ. Press) 38 : 534-50.
- KAGAWA, (F.)—1929 — A study on the phylogeny of some species in *Triticum* and *Aegilops* based upon the comparison of chromosomes. Journ. Coll. Agric. Imper. Univ. Tokyo X; 172-228.
- KATAYAMA, (Y.)—1934—Haploid formation by X-rays in *Triticum monococcum*. Cytologia 5 : 235-237.
- KIHARA, (H.)—1924—Cytologische und genetische Studien bei wichtigen Getreidearten mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten der Chromosomen und der Sterilität in den Bastarden. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. Ser. B., 1 : 1-200.
1930—Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. Cytologia 1 : 263-283.
1932—Über das Vorkommen von haploiden Pflanzen bei *Triticum monococcum*. Kwagaku, Tokyo, 2.
- KIHARA und LILIENFELD—1932 — Untersuchungen an *Aegilops* × *Triticum* und *Aegilops* × *Aegilops* Bastarden. Cytologia 3 : 384-456.

- LA COUR, (L.) — 1931 — Improvements in everyday technique in plant cytology. Jour. Roy. Microsc. Soc. vol. LI: 119-126.
- LEWITSKY, (G. A.) and ARARATIAN, (A. G.)—1931—Transformations of chromosomes under the influence of X-rays. Bull. App. Bot. 27 (1): 265-303.
- MATHER, (K.) and STONE, (L. H. A.)—1933 — The effect of X-radiation upon somatic chromosomes. Jour. Genet. 28: 11-24.
- MELBURN, (M. C.) and THOMPSON, (W. P.) — 1927 — The cytology of a tetraploid wheat hybrid (*Triticum Spelta* $\times$ *T. monococcum*). Amer. Jour. Bot. vol. 14.
- MULLER, (H. J.)—1927—Artificial transmutation of the gene. *Science* 66: 84-87.
- 1928—The problem of genic modification. *Zeit. ind. Abs. u. Vereb.* Sup. Bd. 1: 234-260.
- NAVASHIN, (M.) — 1926 — Variabilität des Zellkerns bei *Crepis* — arten in Bezug auf die Artbildung. *Zeit. f. Zellforsch. u. mikrosk. Anat.*, 2: 98-111.
- 1931—A preliminary report on some chromosome alterations by X-rays in *Crepis*. Amer. Nat. 45: 244-52.
- NEWTON, (W. C. F.) and PELLEW (C.)—1929—*Primula Kewensis* and its derivatives. Jour. Genet. 20: 405-467.
- PAINTER, (T. S.) and MULLER, (H. J.) — 1929 — The parallel cytology and genetics of induced translocations and deletions in *Drosophila*. Jour. of Hered. 20: 287-298.
- PERCIVAL, (J.)—1921—The wheat plant. London.
- SAX, (K.)—1921—Sterility in wheat hybrids. I. Sterility relationships and endosperm development. *Genetics*, 6: 399-416.
- 1922—Sterility in wheat hybrids. II. Chromosome behaviour in partially sterile hybrids. *Genetics*, 7: 513-552.
- 1923—The relation between chromosome numbers morphological characters and rust resistance in segregates of partially sterile wheat hybrids. *Genetics*, 8: 501-21.
- SCHULTZ, (A.)—1918 — Der Emmer des Alter Aegyptens-Berichte. Der Deutsch. Bot. Gessel. 34: 697-709.
- STADLER, (L. J.) — 1929 — Chromosome number and the mutation rate in *Avena* and *Triticum*. Proc. Nat. Acad. Sci. 15: 876-881.
- STONE, (L. H. A.)—1933—The effect of X-radiation on the meiotic and mitotic divisions of certain plants. Ann. Bot. 47: 815-826.
- SVESHNIKOVA, (L.)—1927—Karyological studies on *Vicia*. Bull. of App. Bot. Genet. and Plant Breeding. XVII: 37-72.
- 1928 — Die genese des Kerns in Genus *Vicia*. Verb. d. V. inter. Kong. f. Vereb. Berlin. Z. I. A. V. Suppt. 2: 1415-1421.
- THOMPSON, (W. P.)— 1926—Chromosome behaviour in triploid wheat hybrids. Jour. Genet. 17: 43-8.
- TUMANYAN, (M.) — 1930 — Wild einkorns and Emmers in Armenia. Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant Breeding, XXIV: n.º 2.
- 1934—The botanical diversity of the wild wheats in Armenia. Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant Breeding. Series I, n.º 2: 241-68.
- VAYILOV, (N. I.)—1926 — Studies on the origin of cultivated plants. Bull. Appl. Bot. and. Plant Breed XVII: 1-245.
- WATKINS, (A. E.)—1930 —The wheat species: a critique. Jour. Genet. 23: 173-263.
- WINGE, (O.)—1917—The chromosomes—their numbers and general importance. Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg. 13: 131-275.

Contribuição para o Estudo dos Factores Climáticos nas suas Relações com a Hidráulica Agrícola

POR

RUY MAYER

Professor do Instituto Superior de Agronomia

SUMÁRIO

1. Estudo estatístico da pluviometria. 2. Altura pluviométrica anual. Regras de BINNIE. 3. Probabilidade das alturas pluviométricas anuais. 4. Insuficiência do conhecimento da altura pluviométrica anual média. 5. Alturas pluviométricas mensais. 6. Cocientes pluviométricos. 7. Divisão do ano em dois períodos. Semestre Outubro-Março e Semestre Abril-Setembro. 8. Subdivisão do Semestre Abril-Setembro. 9. Altura pluviométrica média nos diversos períodos do ano. 10. Frequência dos dias de chuva. 11. Temperatura. 12. Relações entre o regime pluviométrico e a temperatura. 13. Evaporação da superfície livre da água. 14. Evaporação da superfície do solo. Intensidade da evaporação. Oportunidade para a evaporação. 15. Factores que influem na intensidade da evaporação do solo. 16. Factores que influem na oportunidade para a evaporação do solo. 17. Factores que influem na transpiração.

1. Estudo estatístico da pluviometria

Para o engenheiro que se ocupa de trabalhos de Hidráulica Agrícola, cujo objectivo essencial é a compensação das insuficiências, dos excessos ou das irregularidades do regime das águas, tem uma importância fundamental o estudo do modo como as precipitações meteóricas se distribuem, no tempo e no espaço. Êste estudo deve, em rigor, assentar sobre uma base estatística, visto que incide sobre elementos sujeitos a uma grande variabilidade; e, por êste motivo, só nos países onde existe uma vasta rede de postos meteorológicos, e onde as observações abrangem períodos extensos, se pode trabalhar com segurança.

É impossível, presentemente, apreciar com a necessária amplitude e exactidão o quantitativo e a distribuição das precipitações pluviiais no território do continente português, já porque os postos meteorológicos são muito pouco numerosos e por vezes mal localizados, já porque a extensão do período durante o qual se efectuaram observações é, para alguns dêles, inferior ao limite que se assinala como mínimo para que os resultados da avaliação das médias sejam afectados de um erro de grandeza aceitável. O estudo que se segue, e em que se procura, a título de exemplo, aplicar o método estatístico à apreciação dos dados pluviométricos, recai apenas sobre algumas das zonas fisiográficas delimitadas por BARROS GOMES /1/, as que, segundo o critério dêste ecologista, se podem considerar caracterizadas, embora de maneira pouco precisa, pelos dados de postos onde as observações abrangem uma extensão igual ou superior a 35 anos.

Êstes postos, e zonas correspondentes, são indicadas na TABELA I.

TABELA I

Postos	Extensão do período de observações (Anos)	Regiões fisiográficas a que se admite serem aplicáveis os dados registados nos postos
Porto.....	41	Além-Douro Litoral
Coimbra.....	66	Beira Litoral
Lisboa.....	60	Centro Litoral
Évora.....	62	Alto Alentejo
Beja.....	35	Baixas do Guadiana
Lagos.....	39)	Algarve
Faro.....	37)	

É óbvio que, aproveitando-se apenas os dados facultados por estes 7 postos, o País fica muito incompletamente definido, não sendo possível apreciar as características pluviométricas de algumas regiões agrícolas importantes. Por outro lado, as próprias zonas acima mencionadas são demasiadamente vastas e irregulares para que um ou dois postos apenas possam fornecer indicações aplicáveis a toda a superfície de cada uma delas. No Algarve, inclusivamente, os postos de Lagos e Faro só poderiam, em rigor, contribuir para a caracterização climática da faixa litoral, bastante diferente, sob o ponto de

vista mesológico, da zona serrana. Todavia, ainda que o estudo se limite aos dados dos 7 postos referidos, a algumas conclusões de ordem geral de certo interesse se pode chegar.

2. Altura pluviométrica anual. Regras de Binnie

O estudo minucioso de uma massa considerável de dados esta-



FIG. 1

tísticos sobre a pluviometria de um grande número de regiões, onde as observações abrangiam períodos de 50 a 97 anos, conduziu o en-

engenheiro Inglês SIR ALEXANDER BINNIE a formular as normas seguintes /2/ :

(I) A precipitação anual, num local dado, varia consideravelmente de ano para ano, e é necessário dispor de dados colhidos durante períodos de extensão bastante grande para se obterem médias com uma margem de erro aceitável.

Os desvios prováveis dos valores calculados para a altura pluviométrica média anual em relação ao valor exacto dessa altura são, para períodos de diferente extensão, os seguintes :

TABELA II

Extensão do período de observações (Anos)	Erro provável %
5	± 15
8	± 9
10	± 7
15	± 5
20	± 3
30	± 2

(II) Os desvios extremos da altura pluviométrica média anual são de uma notável constância em todas as regiões do Mundo, independentemente da latitude, longitude e altitude, e da quantidade total de chuva caída durante o ano, desde que ela seja superior a 500 mm.

(III) A altura pluviométrica anual máxima num local é igual ao produto da altura média anual nesse local pelo factor 1.51; e a altura pluviométrica anual mínima é igual ao produto da altura média anual pelo factor 0.60.

(IV) Se se considerarem grupos de dois anos consecutivos, a altura pluviométrica máxima de dois anos consecutivos tomados em conjunto é igual ao produto (2 anos $\times$ altura média anual $\times$ 1.35); e a altura pluviométrica mínima de dois anos consecutivos tomados em conjunto é igual ao produto (2 anos $\times$ altura média anual $\times$ 0.69).

(V) Se se considerarem grupos de três anos consecutivos, a altura pluviométrica máxima de três anos consecutivos tomados em conjunto é igual ao produto (3 anos $\times$ altura média anual $\times$ 1.27); e a altura pluviométrica mínima de três anos consecutivos tomados em conjunto é igual ao produto (3 anos $\times$ altura média anual $\times$ 0.75).

As regras de BINNIE são ordinariamente tomadas em consideração pelos engenheiros Ingleses e Americanos quando se trata da preparação de projectos de Hidráulica Agrícola em zonas onde as estatísticas pluviométricas são pouco extensas ou incompletas, e quando se procura formar uma ideia acerca das máximas e mínimas quantidades

de água que podem concorrer a uma bacia hidrográfica. O estudo pormenorizado dos registos pluviométricos tem, em certos casos, conduzido a alterações no valor dos coeficientes indicados por BINNIE, e assim é que, por exemplo, para o caso da região a que são aplicáveis os dados do Observatório Central Meteorológico, de Lisboa, convém substituir o valor 1.51 do coeficiente utilizado para o cálculo da altura pluviométrica anual máxima pelo valor 1.89. São porém muito numerosos os casos em que as regras de BINNIE se tem revelado guias úteis.

BINNIE avaliou ainda em 47.10 a percentagem do número de anos em que a altura pluviométrica anual é superior à média, e em 52.90 a do número de anos em que ela lhe é inferior.

A TABELA III indica as alturas pluviométricas anuais registadas, durante os períodos mencionados na TABELA I, nos postos portugueses a que se fez referência:

TABELA III (1)

Pôsto	Média (mm.) <i>M</i>	Altura pluviométrica anual	
		Desvio quadrático médio (mm.) σ	Coefficiente de variabilidade (‰) <i>C</i>
Porto.	1236.0 $\pm$ 29.0	275.5 $\pm$ 20.5	22.3 $\pm$ 1.74
Coimbra	943.1 $\pm$ 15.4	185.5 $\pm$ 11.4	19.6 $\pm$ 1.19
Lisboa.	716.2 $\pm$ 16.0	181.1 $\pm$ 11.3	25.0 $\pm$ 1.74
Évora.	629.0 $\pm$ 12.7	148.4 $\pm$ 9.0	23.6 $\pm$ 1.50
Beja.	553.6 $\pm$ 9.8	86.4 $\pm$ 7.0	26.8 $\pm$ 2.30
Lagos.	495.5 $\pm$ 11.7	108.7 $\pm$ 8.4	21.9 $\pm$ 1.82
Faro.	396.6 $\pm$ 13.6	122.2 $\pm$ 9.6	30.8 $\pm$ 2.63

(1) Os valores de *M*, σ e *C* foram calculados por meio das fórmulas:

$$M = \frac{\sum X}{m} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 f(x)}{m}} \quad C = 100 \frac{\sigma}{M}$$

em que *X* designa cada uma das alturas pluviométricas anuais, *x* o desvio em relação à média, e *m* o número de anos de observações.

Os valores dos erros prováveis correspondentes foram calculados por meio das fórmulas

$$E_M = \frac{0.6745 \sigma}{\sqrt{m}}, \quad E_\sigma = \frac{0.6745 \sigma}{\sqrt{2m}}, \quad E_C = \frac{0.6745 C}{\sqrt{2m}} \left[1 + 2 \left(\frac{C}{100} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

3. Probabilidade das alturas pluviométricas anuais

O valor médio da altura pluviométrica anual, considerado isoladamente, constitui um subsídio de reduzida importância para o engenheiro hidráulico. Se, por exemplo, o seu propósito fôr estudar um projecto de rega, há a notar que não se trata, em tal caso, de fornecer cada ano uma quantidade suplementar média de água, mas sim de assegurar o abastecimento de água preciso para que as culturas atinjam um desenvolvimento regular, inclusivamente no caso das mais críticas eventualidades meteorológicas — por conseguinte nos anos mais desfavoráveis pela sua deminuta precipitação. Daqui a necessidade de considerar, no decurso de uma série extensa de anos, as precipitações totais que se verificam, em cada um dêles, na zona interessada, para chegar a determinar o número de anos durante os quais a precipitação foi inferior a um certo valor, e conhecer, portanto, quantas vezes existe uma certa deficiência de água meteórica em relação a um dado limite pre-estabelecido. Por outras palavras, é interessante e útil calcular a *probabilidade da ocorrência das várias alturas pluviométricas anuais* [3].

Na TABELA IV figuram, na coluna (1), as *classes* em que se distribuíram as diferentes alturas pluviométricas anuais registadas, tendo-se adoptado uma *extensão* de 50 mm. para cada classe. Utilizaram-se os resultados das observações relativas a um período de 60 anos sucessivos (1870-1930), colhidas no pôsto de Lisboa. (Observatório Central Meteorológico).

Na coluna (2) acha-se indicado o número de vezes que a altura pluviométrica anual ficou compreendida numa determinada classe. Verifica-se, por exemplo, que a quantidade total de chuva caída se achou, em 5 dos 60 anos de observações, compreendida entre 550 mm. e 600 mm.

Na coluna (3) encontram-se somados sucessivamente os números da coluna (2), sendo pois indicado o número de vezes que, no período considerado, a altura pluviométrica anual foi inferior à marcada como limite superior da classe que figura na linha correspondente da coluna (1). Assim constata-se que, entre 1870 e 1930, houve 21 anos em que a altura anual da chuva caída foi inferior a 600 mm.

Sendo n a soma de ocorrências registadas na coluna (3), m o número total de ocorrências (41, no caso que se considera) e p a percentagem provável de anos em que a altura pluviométrica anual será

inferior a um determinado valor, ter-se há, recorrendo à fórmula habitual do Cálculo das Probabilidades:

$$p = \frac{n - 0.5}{m}$$

Esta expressão permite determinar os valores a inscrever na coluna (4). Esta coluna indica, por exemplo, que a ocorrência de uma altura pluviométrica anual inferior a 600 mm. tem a probabilidade 0.34 de se realizar, isto é, deve admitir-se que ela se verificará, em média, em 34 anos em cada período de 100 anos consecutivos.

As tabelas de probabilidades, ou de frequências, como a TABELA IV (traduzida gràficamente pela fig. 3) são particularmente úteis para determinar a frequência provável de anos de alturas pluviométricas excessivas, e portanto de cheias violentas, e bem assim a frequência provável de anos anormalmente secos.

TABELA IV

Altura pluviométrica anual (mm.)	Número de ocorrências	Soma do número de ocorrências	Probabilidade da ocorrência das alturas pluviométricas
(1)	(2)	(3)	(4)
401—450	3	3	0.04
451—500	4	7	0.11
501—550	9	16	0.26
551—600	5	21	0.34
601—650	5	26	0.42
651—700	4	30	0.49
701—750	11	41	0.68
751—800	6	47	0.78
801—850	2	49	0.81
851—900	4	53	0.87
901—950	2	55	0.91
951—1000	3	58	0.96
1001—1050	0	58	0.96
1051—1100	0	58	0.96
1101—1150	1	59	0.97
1151—1200	0	59	0.97
1201—1250	0	59	0.97
1251—1300	0	59	0.97
1301—1350	0	59	0.97
1351—1400	1	$m = 60$	0.99

As curvas de probabilidade têm tam grande interêsse para o estudo de problemas meteorológicos e hidrográficos que há vantagem em indicar o método proposto por

H. ALDEN FOSTER para a sua determinação directa a partir dos dados fundamentais. O método é exemplificado com os elementos da TABELA IV.

TABELA V

Alturas pluviométricas anuais (mm.)	Número de ocorrências	(1)×(2)	Alturas expressas na média	Desvios da média V		V²	Σ V²	V³		Σ V³	
				+	—			+	—	+	—
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
450	3	1350	0.6257	.....	0.3743	0.1401	0.4203	.....	0.0524	.....	0.1572
500	4	2000	0.6952	.....	0.3048	0.0929	0.3716	.....	0.0283	.....	0.1132
550	9	4950	0.7648	.....	0.2352	0.0553	0.4977	.....	0.0130	.....	0.1170
600	5	3000	0.8343	.....	0.1657	0.0274	0.1370	.....	0.0045	.....	0.0225
650	5	3250	0.9038	.....	0.0962	0.0092	0.0460	.....	0.0009	.....	0.0045
700	4	2800	0.9734	.....	0.0266	0.0007	0.0028	.....	0.0000	.....	0.0000
750	11	8250	1.0429	0.0429	.....	0.0018	0.0198	0.0000	.....	0.0000	.....
800	6	4800	1.1124	0.1124	.....	0.0126	0.0756	0.0014	.....	0.0084	.....
850	2	1700	1.1819	0.1819	.....	0.0331	0.0662	0.0060	.....	0.0120	.....
900	4	3600	1.2515	0.2515	.....	0.0632	0.2528	0.0159	.....	0.0636	.....
950	2	1900	1.3210	0.3210	.....	0.1050	0.2060	0.0331	.....	0.0662	.....
1000	3	3000	1.3905	0.3905	.....	0.1525	0.4575	0.0595	.....	0.1785	.....
1050	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1100	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1150	1	1150	1.5991	0.5991	.....	0.3589	0.3589	0.2150	.....	0.2150	.....
1200	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1250	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1300	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1350	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1400	1	1400	1.9467	0.9467	.....	0.8962	0.8962	0.8484	.....	0.8484	.....
60		43150					3.8084			+ 1.3921	— 0.4144

Na TABELA V, as colunas (1) e (2) são idênticas às colunas (1) e (2) da TABELA IV, apenas com a diferença de que na coluna (1) da TABELA V só estão indicados os limites superiores das classes. Calcula-se a média anual dividindo a soma de todas as alturas pluviométricas anuais pelo número de anos de observações, isto é, o total da Col. (3) pelo da Col. (2). Assim se obtém:

M= 43150 / 60 = 719.2 mm.

A coluna (4) exprime as alturas pluviométricas na respectiva média, e os números que dela constam são obtidos pela forma seguinte:

$$\text{Número da Col. (4)} = \frac{\text{Número correspondente da Col. (1)}}{719,2}$$

As colunas (5) e (6) dão os desvios v em relação à média, iguais ao número correspondentes da Col. (4) menos a unidade.

A coluna (7) contém os quadrados V^2 dos números correspondentes das Cols. (5) e (6). A coluna (8) dá os números da Col. (7) cumulados (ΣV^2). Obtem-se os respectivos valores multiplicando os valores correspondentes das Cols. (2) e (7).

As colunas (9) e (10) dão os cubos V^3 dos números correspondentes das Cols. (5) e (6). As colunas (11) e (12) dão os números das Cols. (9) e (10) cumulados (ΣV^3), isto é, multiplicados pelos números correspondentes da Col. (2).

Será pois

$$\Sigma V^2 = 3,8084,$$

$$\Sigma V^3 = 1,3921 - 0,4144 = 0,9777,$$

$$m = 60.$$

O coeficiente de variabilidade (expresso na média) é portanto

$$C = \sqrt{\frac{\Sigma V^2}{m}} = \sqrt{\frac{0,8084}{60}} = 0,25.$$

Convém ainda calcular o coeficiente de assimetria (*Coefficient of Skew*), que permite avaliar quanto a distribuição se desvia da simetria que caracteriza a distribuição normal. A fórmula é

$$\alpha_3 = \frac{\Sigma V^3}{(m-1) C^3} = \frac{0,9777}{59 \times 0,25^3} = 0,10.$$

A TABELA VI, construída por H. A. FOSTER, exprime a variação de frequência em função de C e α_3 . No exemplo que se considera, os elementos desta tabela conduzem aos resultados indicados na TABELA VII:

TABELA VI
(Multiplicar os valores do Coeficiente da Assimetria pelos do Coeficiente de Variabilidade e somar ou subtrair da Média)

Coeficiente de Assimetria		Desvios da Média expressos no Coeficiente de Variabilidade														
		Percentagem do tempo														
Percentagem acima da Média		0,1	1,0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99,0	99,9
0,0	50,0	+ 3,09	+ 2,33	+ 1,64	+ 1,28	+ 0,84	+ 0,52	+ 0,25	0,00	- 0,25	- 0,52	- 0,84	- 1,28	- 1,64	- 2,33	- 3,09
0,2	48,7	3,38	2,48	1,69	1,30	0,83	0,51	0,22	- 0,03	0,28	0,55	0,85	1,25	1,58	2,18	2,81
0,4	47,3	3,67	2,62	1,74	1,32	0,82	0,48	0,19	0,06	0,31	0,57	0,85	1,22	1,51	2,03	2,54
0,6	46,0	3,96	2,77	1,79	1,33	0,80	0,45	0,15	0,09	0,34	0,58	0,86	1,19	1,45	1,88	2,88
0,8	44,7	4,25	2,90	1,83	1,34	0,78	0,42	0,12	0,13	0,37	0,60	0,86	1,16	1,38	1,74	2,03
1,0	43,3	4,54	3,03	1,87	1,34	0,76	0,38	0,08	0,16	0,40	0,61	0,86	1,12	1,31	1,59	1,80
1,2	42,0	4,82	3,15	1,90	1,35	0,74	0,35	0,05	0,19	0,42	0,62	0,85	1,08	1,25	1,45	1,59
1,4	40,7	5,11	3,28	1,93	1,34	0,71	0,32	+ 0,02	0,22	0,44	0,63	0,84	1,05	1,18	1,32	1,40
1,6	39,4	5,39	3,40	1,96	1,33	0,68	0,28	- 0,01	0,25	0,46	0,64	0,82	1,00	1,11	1,19	1,24
1,8	38,1	5,66	3,50	1,98	1,32	0,64	0,24	0,05	0,28	0,48	0,64	0,80	0,95	1,03	1,08	1,11
2,0	36,8	5,91	3,60	2,00	1,30	0,61	0,20	0,08	0,31	0,49	0,64	0,78	0,89	0,95	0,99	1,00
2,2	35,5	6,20	3,70	2,01	1,28	0,58	0,17	0,11	0,33	0,49	0,63	0,75	0,84	0,89	0,90	0,91
2,4	34,3	6,47	3,78	2,01	1,25	0,54	0,13	0,14	0,35	0,50	0,62	0,71	0,79	0,82	0,83	0,83
2,6	33,0	6,73	3,87	2,01	1,23	0,51	0,10	0,17	0,37	0,50	0,60	0,68	0,74	0,76	0,77	0,77
2,8	31,9	6,99	3,95	2,02	1,20	0,47	0,06	0,20	0,38	0,50	0,59	0,65	0,70	0,71	0,71	0,71
3,0	30,8	+ 7,25	+ 4,02	+ 2,02	+ 1,18	+ 0,42	+ 0,05	- 0,23	- 0,40	- 0,50	- 0,57	- 0,62	- 0,65	- 0,66	- 0,67	- 0,67

TABELA VII
Probabilidade das alturas pluviométricas anuais em Lisboa

Porcentagem do tempo	0.1	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99.0	99.9
(1) Variação ex- pressa em C (Tabela VI)...	+ 3.235	+ 2.405	+ 1.665	+ 1.290	+ 0.835	+ 0.515	+ 0.235	- 0.015	- 0.265	- 0.535	- 0.845	- 1.265	- 1.610	- 2.925	- 2.950
(2) Variação para C = 0.25	+ 0.815	+ 0.606	+ 0.419	+ 0.325	+ 0.210	+ 0.130	+ 0.059	- 0.004	- 0.067	- 0.135	- 0.215	- 0.319	- 0.405	- 0.568	- 0.743
(3) Altura pluvio- métrica expres- sa em M = 719.2 mm....	1.815	1.606	1.419	1.325	1.210	1.130	1.059	0.996	0.953	0.865	0.787	0.681	0.595	0.432	0.257
(4) Altura pluvio- métrica (mm.).	1.305	1.155	1.020	953	870	812	761	716	671	622	566	490	428	311	185

$x_3 = 0.1$, (1) Interpolado entre os Coeficientes de Assimétria 0.0 e 0.2 (Tabela VI) para o Coeficiente de Assimétria determinado
(2) Produto de 0.25 pelo número correspondente da linha superior.
(3) Unidade mais o número correspondente da linha superior.
(4) Produto de 719.2 pelo número correspondente da linha superior.

O método de FOSTER não pode, evidentemente, conduzir a resultados exactos. O melhor processo de trabalho consiste em estabelecer, para cada caso, tabelas análogas às IV e VII, e construir as respectivas curvas (de preferência em papel de probabilidades). Dêste modo, um método servirá para verificação do outro.

É conveniente observar que o uso de curvas de probabilidades tem de ser feito com extrema precaução, sobretudo quando o número de ocorrências não é grande.

A frequência e magnitude dos variantes (alturas pluviométricas, caudais de cheia, etc.) durante um período curto pode corresponder a um ciclo de valores altos ou baixos, e não representar por isso as condições "normais".

No caso de estudos de factores climáticos é de grande vantagem, como foi dito, dispor, pelo menos, de 35 anos de observações, se bem que seja preferível utilizar períodos mais curtos a aplicar um factor de segurança arbitrário, como por vezes se faz.

Quando se empregam curvas de probabilidades para avaliar a frequência provável de casos excepcionais, é indispensável consolidar as hipóteses recorrendo a dados doutra natureza. Convém não perder de vista que, em tais casos, o resultado dos cálculos indica apenas "a média das ocorrências futuras". Assim, uma altura pluviométrica, ou uma cheia, que, "em média", poderá ocorrer uma só vez num período de 100 anos, pode, de facto, verificar-se mais de uma vez no decurso desse período.

Construindo, com os dados facultados pelos postos de Porto, Coimbra, Lisboa, Évora, Beja, Lagos e Faro, tabelas análogas à TABELA IV (traduzidas graficamente pelas figuras 2 a 8) e reunindo todos os elementos num quadro único, chega-se ao resultado da tabela da página seguinte (TABELA VIII).

4. Insuficiência do conhecimento da altura pluviométrica anual média

A determinação da altura pluviométrica anual média, e a da probabilidade da ocorrência de diversos valores da precipitação anual estão longe de proporcionar uma informação completa sobre o regime das águas meteóricas, quanto aos aspectos que interessam o engenheiro agrónomo, muito especialmente tratando-se de estudos de Hidráulica Agrícola.

Em primeiro lugar, convém notar que uma precipitação anual abundante pouco valor *agrícola* terá se não se poder contar com as quantidades de chuva necessárias durante certos períodos críticos de desenvolvimento das culturas, e daí resulta por vezes a aparente anomalia de zonas com uma altura pluviométrica anual deminuta poderem produzir colheitas abundantes sem rega, e, por outro lado, tornar-se esta operação indispensável, ou pelo menos útil, em regiões onde a quantidade de água meteórica caída durante o ano é duas ou três vezes maior. Um exemplo bastará para frizar incisivamente êste facto. Comparando a distribuição, no decurso do ano, da chuva caída

TABELA VIII

Altura pluviométrica anual (mm.)	Número provável de anos, numa série de 100, em que a altura pluviométrica anual não excederá diversos valores						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
150	0	0	0	0	0	0	1
200	0	0	0	0	0	0	1
250	0	0	0	0	0	0	1
300	0	0	0	0	0	0	20
350	0	0	0	1	0	9	36
400	0	0	0	2	0	19	58
450	0	0	4	7	13	30	59
500	0	0	18	18	27	52	80
550	0	1	26	31	50	73	90
600	0	2	34	46	70	83	96
650	0	7	42	57	80	90	96
700	0	8	49	70	90	93	96
750	1	16	67	80	99	96	96
800	1	19	77	90		99	96
850	6	28	81	91			99
900	8	38	87	96			
950	13	50	91	98			
1000	20	61	96	98			
1050	23	72	97	98			
1100	30	77	97	98			
1150	38	85	97	98			
1200	40	93	97	99			
1250	50	93	97				
1300	55	96	97				
1350	70	98	97				
1400	77	98	97				
1450	86	99	99				
1500	86						
1550	89						
1600	94						
1650	96						
....							
2300	99						

na Alemanha, considerada em conjunto /4/ e no nosso Além-Douro Litoral, obtém-se os seguintes resultados:

TABELA IX

Chuva caída em cada mês, expressa como percentagem da chuva total correspondente ao ano												
Meses	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Alemanha.....	6.0	5.7	7.4	6.1	8.1	11.0	12.2	10.5	8.8	9.9	7.1	7.2
Além-Douro Litoral.....	11.0	10.8	11.4	8.4	6.8	4.7	1.8	2.0	5.8	10.5	13.0	13.8

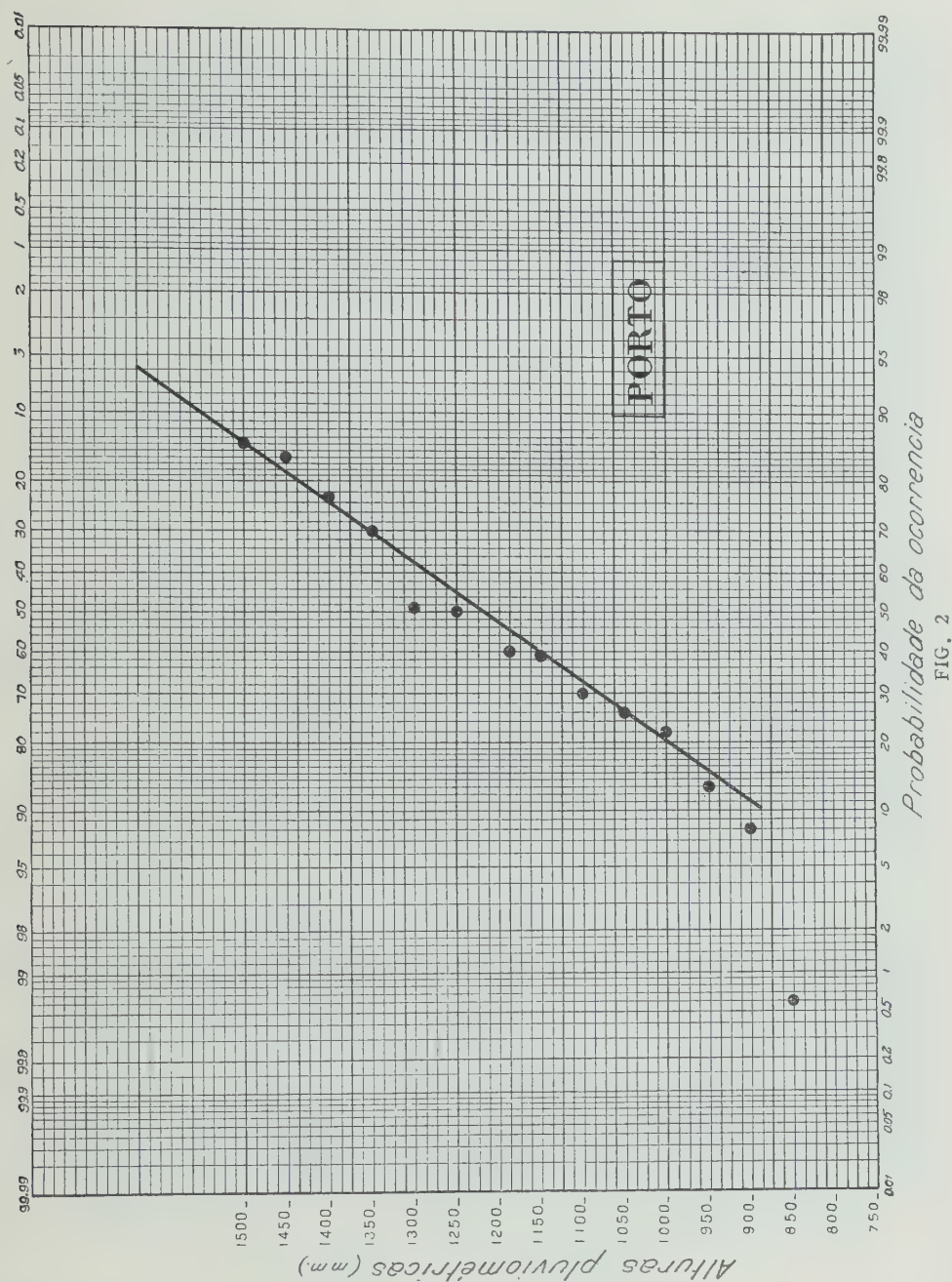


FIG. 2

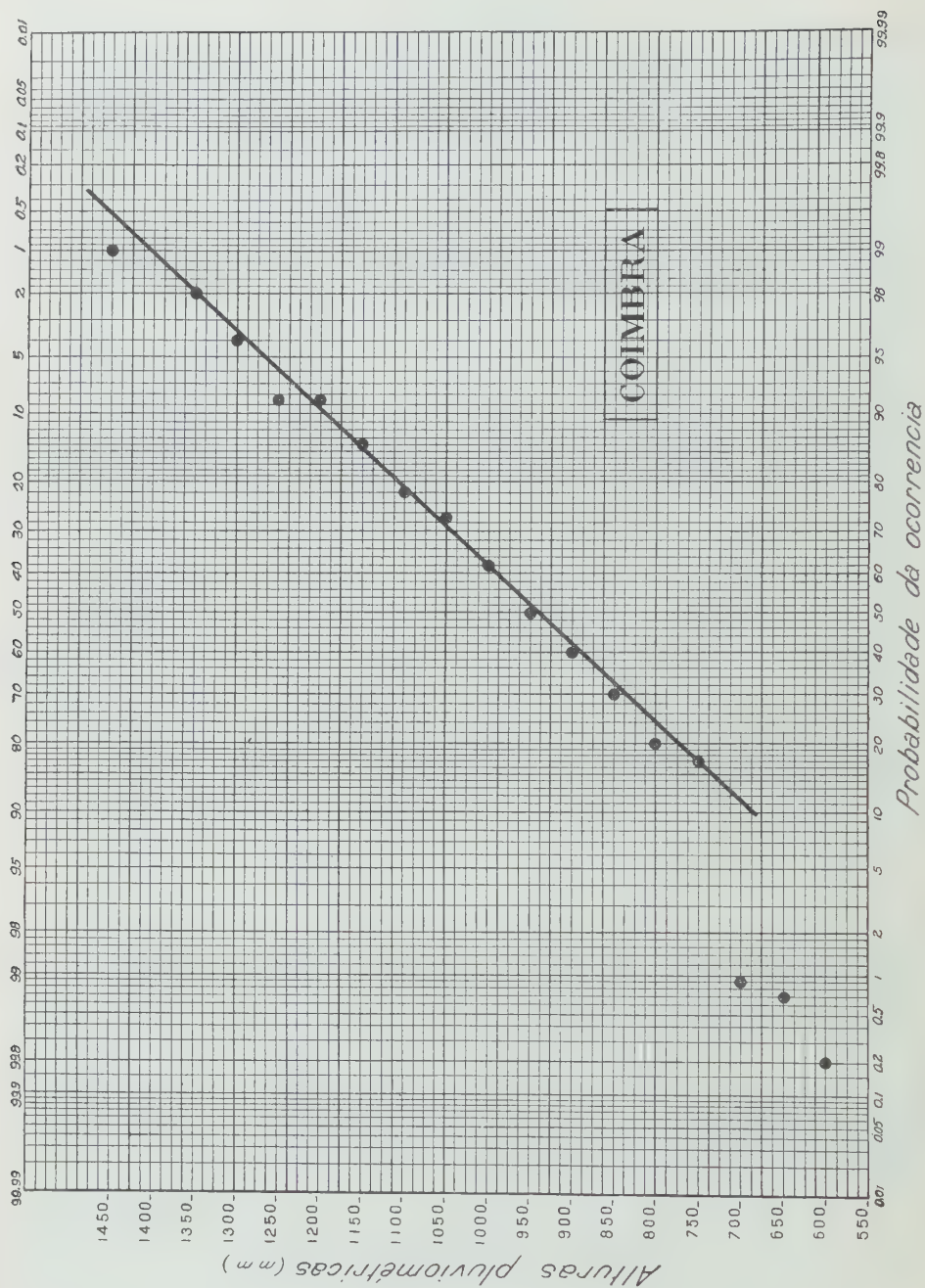


FIG. 3

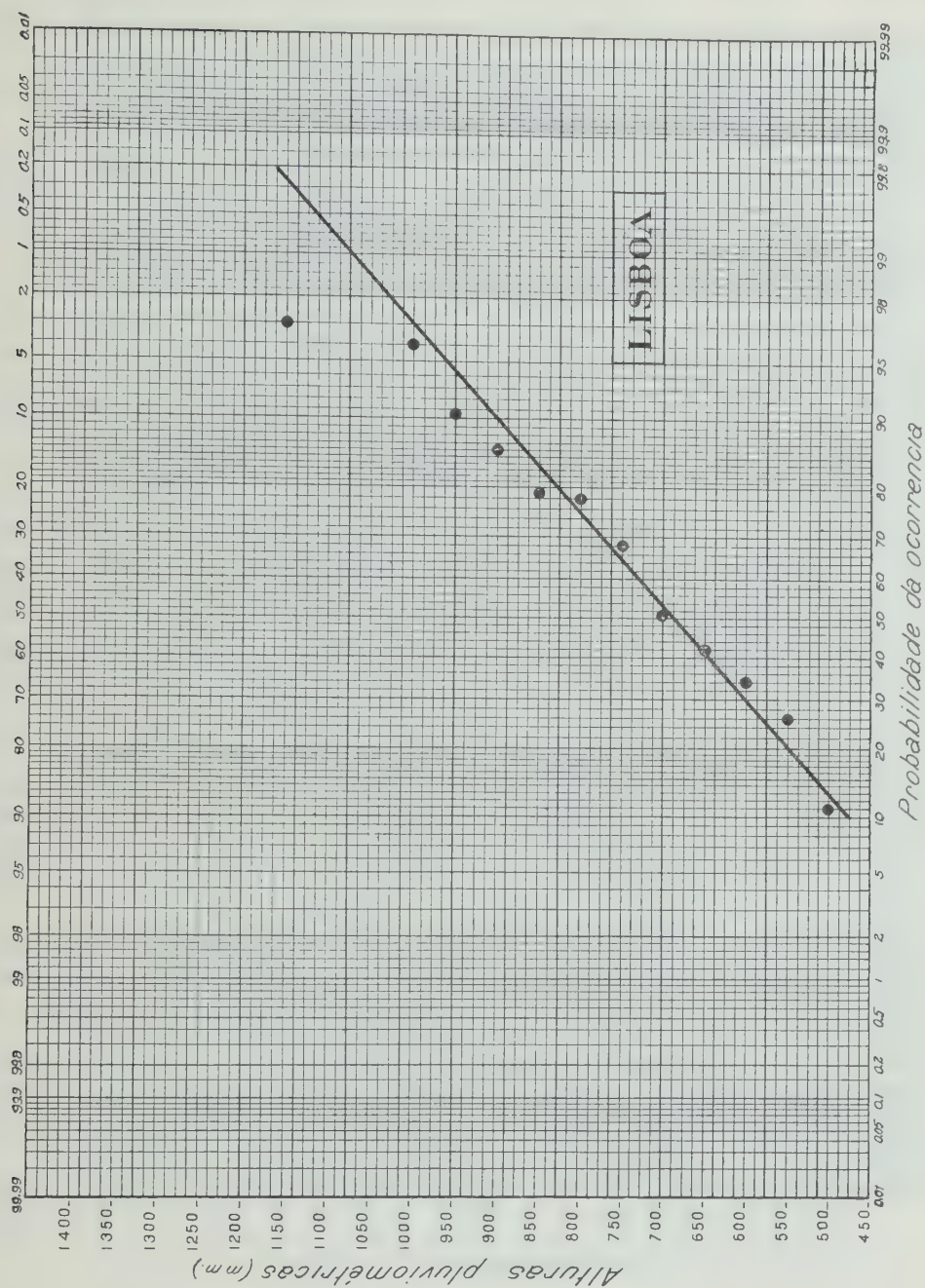


FIG. 4

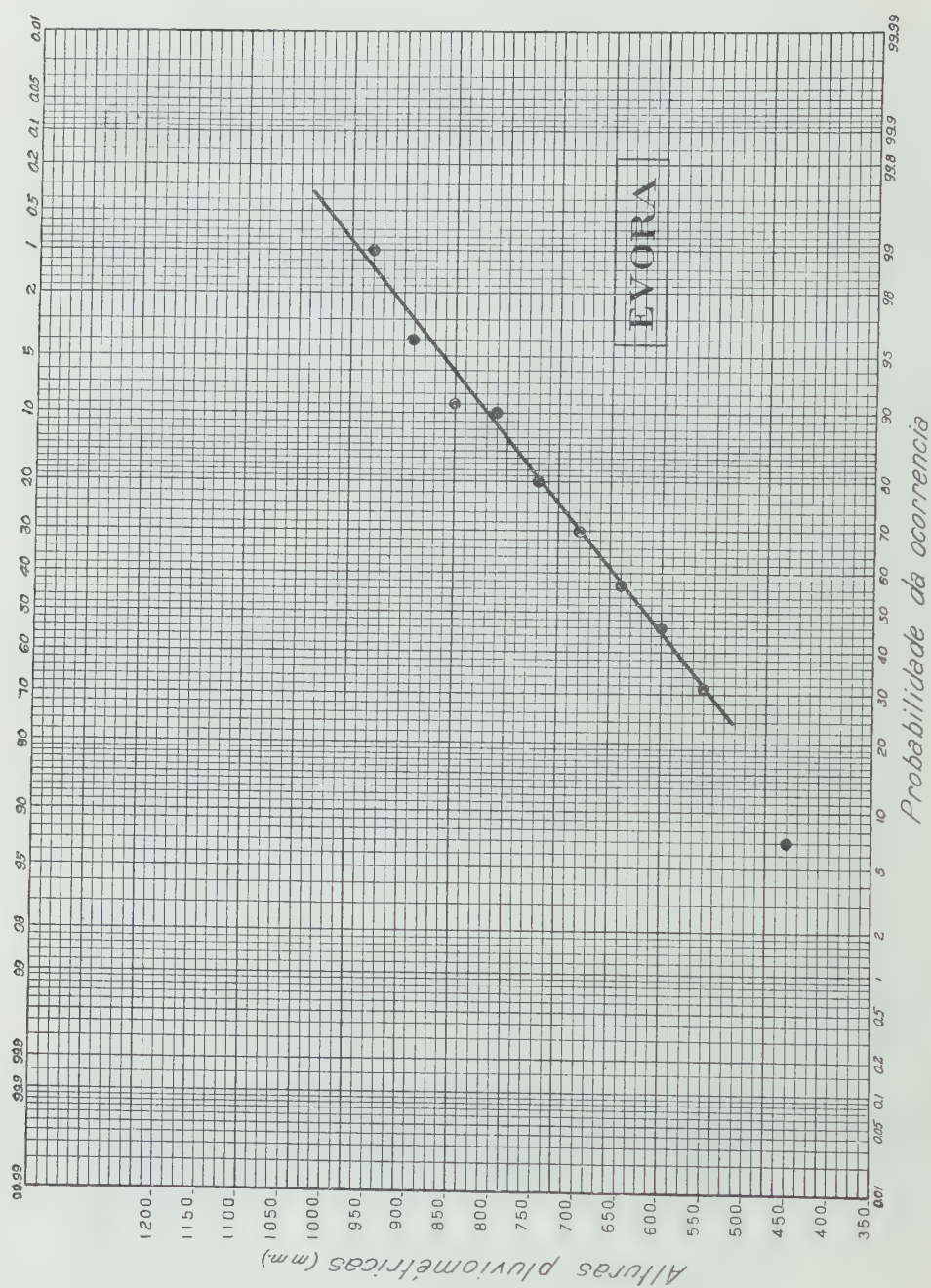


FIG. 5

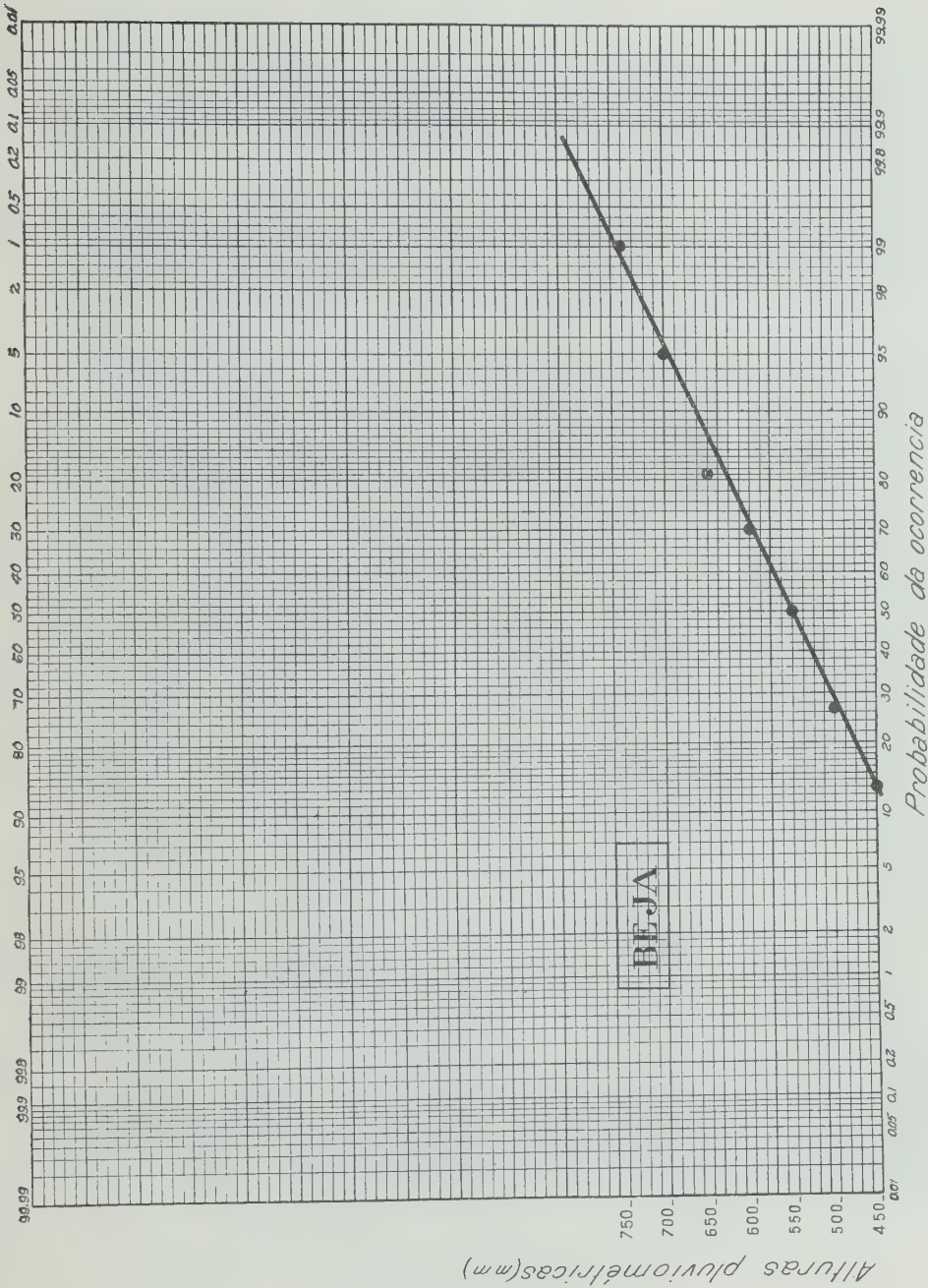


FIG. 6

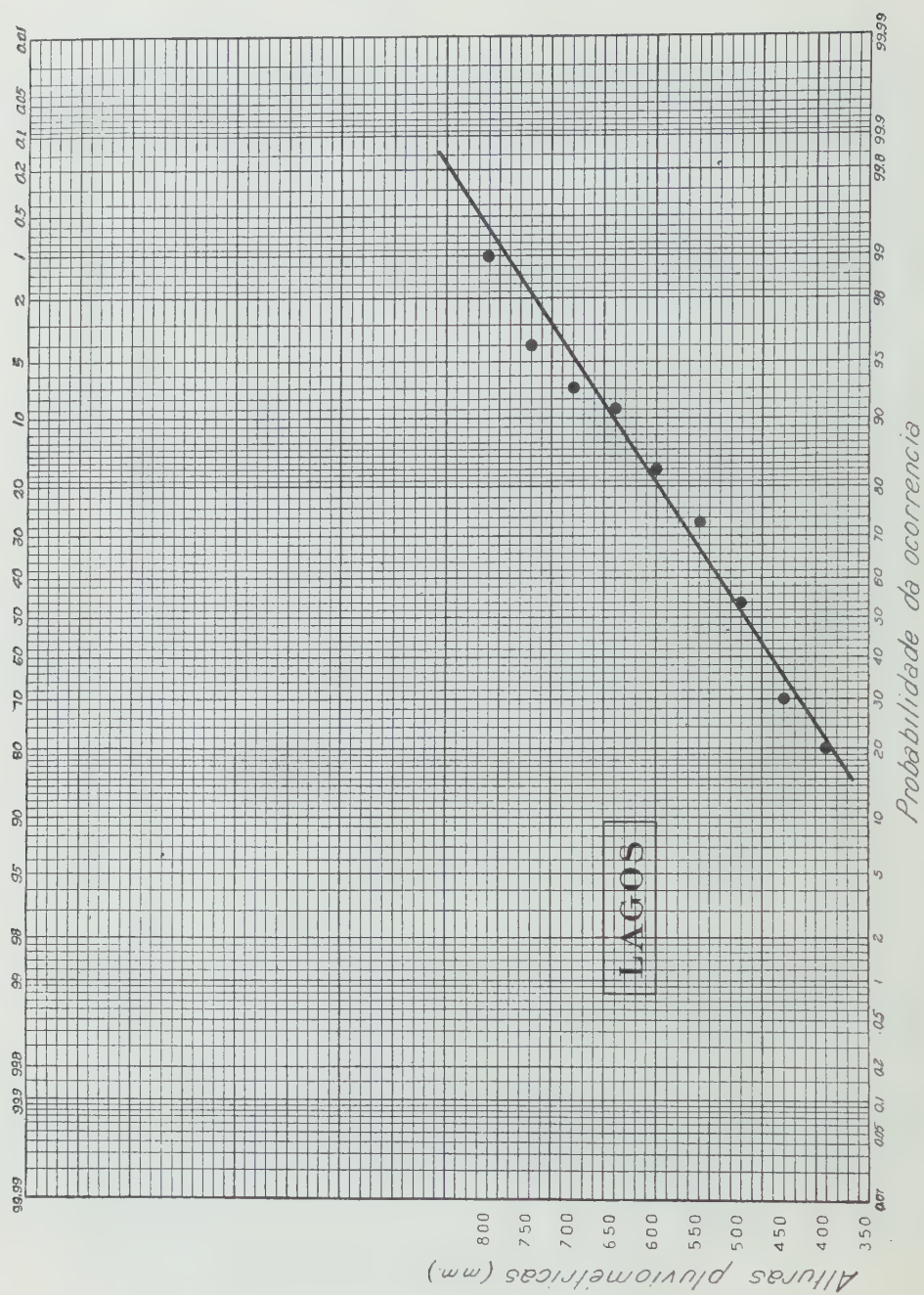


FIG. 7

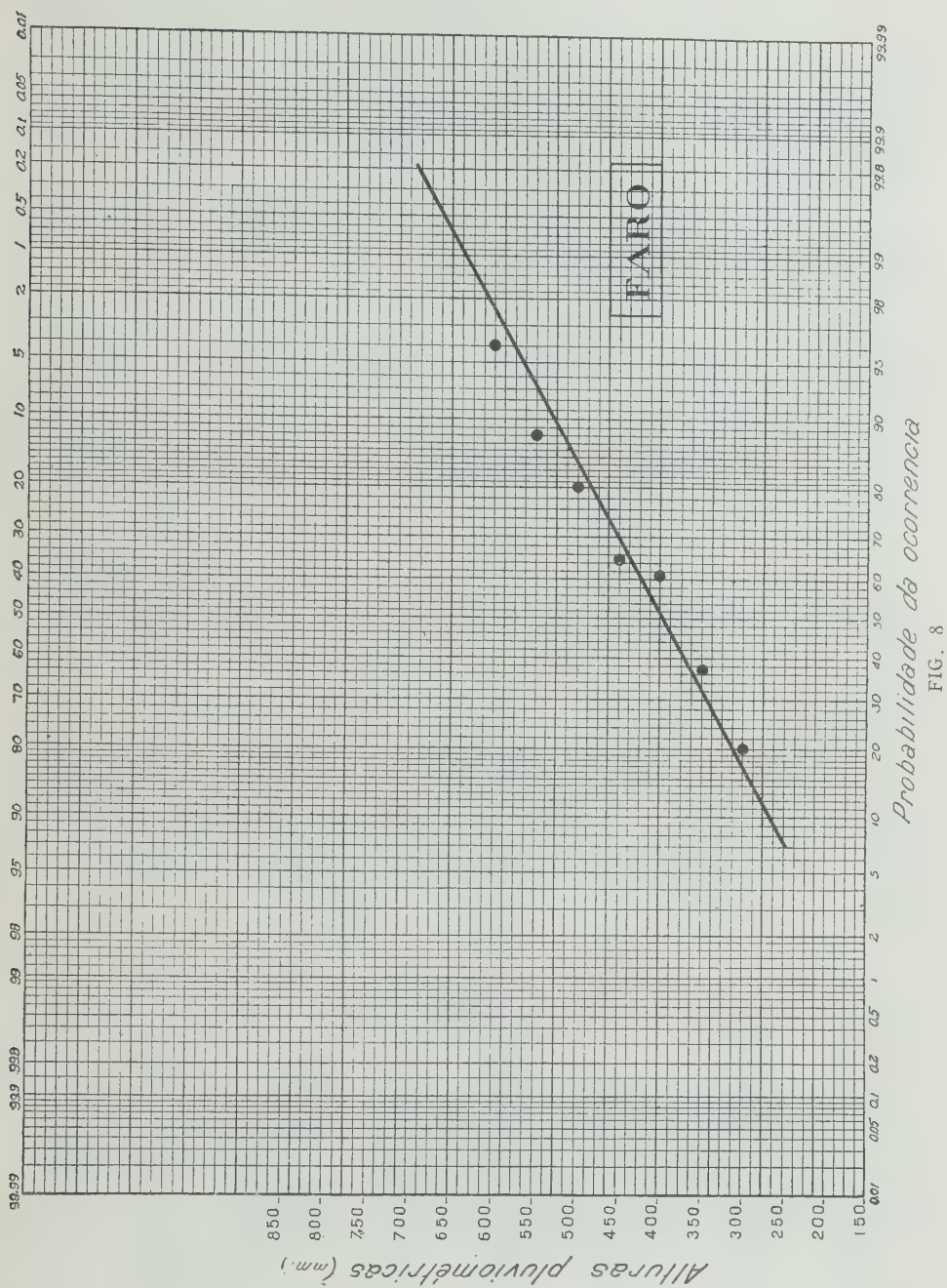


FIG. 8

Num trabalho recente /5/ o PROF. FRECKMANN, de Berlim, sintetiza da forma seguinte as características agrícolas do regime pluviométrico alemão: *«Sôbre a área utilizada pela agricultura na Alemanha cai uma altura pluviométrica de cêrca de 600 mm., isto é, uma quantidade de chuva que, com a distribuição ideal para o desenvolvimento das culturas que apresenta, aliada às disponibilidades de água no solo, é, de um modo geral, de molde a satisfazer oportunamente as exigências da maioria das plantas cultivadas».*

O PROF. FRECKMANN conclui que o problema da rega tem, para a agricultura alemã, uma importância muito limitada. Em contraposição, é bem sabido que a agricultura do Minho se acha estreitamente relacionada com a rega, que é, para ela, de uma importância decisiva. E, no entanto, cai sôbre a região do Alendouro Litoral uma chuva anual que regula por 1200 mm., ao passo que a altura pluviométrica no território alemão, considerado em conjunto, não excede 660 mm.

Por outro lado, tem de se tomar em linha de conta o facto de que, quando se procede ao estudo de um projecto de qualquer melhoramento hidráulico, é em regra importante conhecer, pelo menos, as épocas em que as chuvas são ou muito abundantes ou muito escassas. Assim, no caso de um aproveitamento de águas superficiais por meio de albufeira, é necessário demarcar o período em que é mínima a contribuição pluvial, por serem máximas, durante êle, as dificuldades de abastecimento do reservatório que se constitui; e é essencial também determinar os períodos de chuvas quantiosas e intensas, no decurso das quais ocorrem ordinariamente as cheias, que podem ocasionar sérios perigos para as obras a construir.

5. Alturas pluviométricas mensais

Convém, por conseguinte, investigar o modo como as chuvas se distribuem pelos períodos em que o ano se pode dividir.

Para estabelecer os limites e apreciar o character dêstes períodos, considerar-se hão, primeiramente, os totais médios, máximos e mínimos registados nos diferentes postos em cada mês.

TABELA X

Meses	Altura pluviométrica mensal média (mm.)						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
I.	136.4	97.7	82.7	70.4	56.0	64.0	50.2
II.	133.6	102.0	84.1	80.0	71.0	61.8	54.0
III.	141.7	108.5	81.3	76.5	70.0	60.0	46.5
IV.	104.7	89.8	65.4	55.6	45.4	37.7	31.8
V.	83.9	77.5	42.3	47.1	46.2	24.7	19.0
VI.	58.7	42.6	18.2	28.0	21.5	8.2	7.4
VII.	23.0	17.0	4.5	5.0	3.1	1.5	0.3
VIII.	24.9	13.4	4.8	4.0	2.4	1.4	1.0
IX.	62.8	56.3	34.5	30.4	28.9	17.1	14.7
X.	130.9	102.2	76.1	66.5	62.0	54.3	46.2
XI.	161.9	120.8	105.7	85.9	83.0	84.9	70.0
XII.	171.4	115.3	94.8	81.9	72.6	73.9	51.3

TABELA XI

Meses	Altura pluviométrica mensal máxima (mm.)						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
I.	344.9	268.5	290.9	259.5	158.1	293.0	137.0
II.	412.4	388.2	263.3	270.6	219.3	211.8	146.3
III.	326.3	271.5	202.3	217.4	206.8	207.2	141.5
IV.	289.9	295.3	226.7	195.8	127.2	201.0	105.4
V.	207.1	195.3	130.6	145.3	116.7	77.5	67.1
VI.	262.6	132.2	77.6	128.8	69.5	43.2	55.5
VII.	62.4	64.7	55.3	54.8	23.2	32.0	6.9
VIII.	125.9	80.2	47.9	40.4	34.3	23.0	8.0
IX.	288.6	230.9	223.0	240.7	116.7	90.9	126.0
X.	371.1	286.1	190.0	182.0	145.5	181.9	193.9
XI.	369.8	373.0	243.0	269.3	163.4	194.6	181.0
XII.	380.8	348.5	384.5	404.6	209.8	260.6	140.0

TABELA XII

Meses	Altura pluviométrica mensal mínima (mm.)						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
I.	0.2	0.6	1.4	1.0	4.3	3.2	0.3
II.	4.3	0.9	1.5	0.2	1.1	0.0	1.4
III.	6.9	0.6	1.2	0.0	1.4	0.0	0.0
IV.	3.0	0.6	3.4	1.0	3.0	0.0	0.0
V.	0.4	9.4	2.2	1.0	1.8	0.0	0.0
VI.	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VII.	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
VIII.	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
IX.	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
X.	8.2	9.1	5.9	0.8	4.0	0.0	0.0
XI.	7.0	3.3	0.0	1.2	2.0	0.0	0.0
XII.	3.0	1.1	6.6	0.0	0.0	0.0	2.1

6. Cocientes pluviométricos

O confronto das Tabelas precedentes revela imediatamente a impossibilidade de utilizar a divisão em meses para o fim que se tem em vista; a variabilidade da altura pluviométrica mensal é extraordinariamente grande, para todos os meses e no caso de todos os postos. Tem de se recorrer, forçosamente, a períodos mais extensos, para os quais haja uma certa compensação das oscilações, de modo a reduzir a proporções aceitáveis o valor do coeficiente de variabilidade.

Para agrupar convenientemente os meses, é útil calcular o *cociente pluviométrico* que a cada um deles corresponde. O cociente pluviométrico é uma constante introduzida por VON HANN /6/, com o objectivo de definir a quota com que cada mês contribui para o total da precipitação anual, e determina-se da maneira a seguir indicada:

Na coluna (2) da TABELA XIII figura o número de dias de cada um dos meses, de Janeiro a Dezembro, expresso como permilagem do número de dias do ano. Na coluna (4) acham-se inscritas as alturas pluviométricas médias dos diferentes meses, expressas como permilagem da altura pluviométrica média anual.

A coluna (5) contém os valores que se obtém dividindo cada um dos números da coluna (4) pelo número correspondente da coluna (2).

Êsses valores são os dos cocientes pluviométricos dos diversos meses, para o pôsto do Porto (Serra do Pilar).

Na TABELA XI encontram-se os valores dos cocientes pluviométricos relativos aos 7 postos cujas estatísticas foram estudadas.

TABELA XIII
Porto (Serra do Pilar)

Meses	Número de dias do mês em /1000 do número de dias do ano	Altura pluviométrica mensal (mm.)	Altura pluviométrica mensal em /1000 da altura pluviométrica anual	Cociente pluviométrico (4) (2)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
I.	85	136.4	110	1.30
II.	77	133.6	108	1.40
III.	85	141.7	115	1.35
IV.	82	104.7	85	1.03
V.	85	85.9	68	0.80
VI.	82	58.7	48	0.58
VII.	85	23.0	19	0.22
VIII.	85	24.9	20	0.24
IX.	82	62.8	51	0.62
X.	85	130.9	106	1.25
XI.	82	161.9	131	1.60
XII.	85	171.4	159	1.64
	1000		1000	

TABELA XIV

Meses	Cocientes pluviométricos						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
X.	1.25	1.27	1.29	1.24	1.30	1.30	1.39
XI.	1.60	1.56	1.85	1.66	1.80	2.12	2.19
XII.	1.64	1.44	1.61	1.52	1.52	1.78	1.51
I.	1.30	1.22	1.40	1.31	1.17	1.53	1.51
II.	1.40	1.40	1.60	1.65	1.64	1.64	1.79
III.	1.35	1.35	1.38	1.42	1.42	1.44	1.40
IV.	1.03	1.15	1.15	1.07	0.99	0.94	0.99
V.	0.80	0.91	0.72	0.88	0.97	0.60	0.57
VI.	0.58	0.55	0.32	0.54	0.47	0.23	0.22
VII.	0.22	0.21	0.07	0.09	0.06	0.04	0.01
VIII.	0.24	0.17	0.08	0.07	0.05	0.03	0.03
IX.	0.62	0.73	0.60	0.59	0.63	0.42	0.46

7. Divisão do ano em dois períodos. Semestre Outubro-Março e Semestre Abril-Setembro

A inspecção da TABELA XI revela, à primeira vista, que há, nas seis regiões fisiográficas portuguesas onde estão situados os postos, um desequilíbrio pronunciado entre as precipitações que ocorrem no Semestre Outubro-Março e no Semestre Abril-Setembro. Com efeito, ao passo que o valor do cociente pluviométrico dos meses pertencentes ao primeiro destes períodos oscila entre 1.17 e 2.19, sendo a sua média 1.50, o dos meses incluídos no segundo período tem como mínimo 0.01, como máximo 1.15, e como valor médio 0.50.

Este facto tem um notável interesse sob o ponto de vista ecológico, atendendo a que o semestre que vai de 1 de Abril a 30 de Setembro é, por assim dizer, o *período activo*, durante o qual a maioria das plantas cultivadas atinge a maturação ou produz semente. É, por esse motivo, a parte do ano em que as culturas consomem mais avultadas quantidades de água, e em que portanto a rega reveste maior utilidade. No período que decorre entre 1 de Outubro e 31 de Março, *época de repouso*, ou, pelo menos, de actividade fisiológica muito mais reduzida, são relativamente deminutas as quantidades de água necessárias. De um modo geral, pode dizer-se que cessam, durante êle, as regas chamadas *de humedecimento*, e apenas prosseguem as que tem o objectivo de proteger a vegetação pratense das temperaturas baixas e da geada. Por outro lado, para as culturas, como as dos cereais de inverno, que iniciam o seu ciclo vegetativo durante esta parte do ano, quantidades excessivas de água pluvial podem ser, como é sabido, muito prejudiciais.

8. Subdivisão do Semestre Abril-Setembro

O Semestre Outubro-Março, que se poderá denominar *Semestre Húmido*, apresenta-se como um período bastante homogêneo sob o aspecto da distribuição das chuvas. Os desvios entre os cocientes pluviométricos máximo e mínimo são neste período, para os diversos pôstos, pela ordem porque estes tem sido enumerados, respectivamente 0.39, 0.34, 0.56, 0.42, 0.63, 0.82 e 0.80. No Semestre Abril-Setembro, o *Semestre Sêco*, essas divergências são, adoptando a mesma ordem. 0.81, 0.98, 1.08, 1.00, 0.94, 0.91 e 0.98, o que parece indicar que êste período se subdivide em duas, ou, possivelmente, em três

partes. Agrupando os meses de Abril e Maio, cujo regime pluviométrico tem especial importância para a cultura pratense, e com o qual está em íntima relação a rega eventual de outras culturas, nota-se que os desvios dos cocientes pluviométricos respectivos são apenas 0.23, 0.24, 0.43, 0.19, 0.02, 0.34 e 0.42. Agrupando, por sua vez, os meses de Junho, Julho e Agosto—aqueles para os quais são menores os valores dos cocientes pluviométricos—verifica-se que as discrepâncias entre máximos e mínimos são também de valor comparativamente reduzido (0.36, 0.38, 0.25, 0.47, 0.32, 0.20 e 0.21).

Fica excluído o mês de Setembro, cujo cociente pluviométrico tem, para todos os postos, valores aproximadamente equidistantes das médias dos valores dos cocientes que correspondem ao último grupo de meses mencionado e ao Semestre Húmido.

9. Altura pluviométrica média nos diversos períodos do ano

As TABELAS XV-XVIII indicam as médias das alturas pluviométricas, e bem assim os desvios quadráticos médios e os coeficientes de variabilidade correspondentes às partes do ano que acabam de ser demarcadas :

TABELA XV

Posto	Altura pluviométrica no semestre Outubro-Março		
	Média (mm.) <i>M</i>	Desvio quadrático médio (mm.) <i>σ</i>	Coefficiente de variabilidade (%) <i>C</i>
Porto.....	876.0 ± 22.9	217.3 ± 16.3	24.8 ± 2.2
Coimbra....	655.3 ± 15.3	181.5 ± 10.9	27.7 ± 1.7
Lisboa.....	523.5 ± 13.4	153.5 ± 9.5	29.3 ± 1.2
Évora.....	461.9 ± 12.0	139.3 ± 8.5	30.1 ± 2.0
Beja.....	409.3 ± 10.0	88.4 ± 7.0	21.6 ± 1.8
Lagos.....	407.0 ± 12.1	112.2 ± 8.6	27.5 ± 2.2
Faro.....	309.3 ± 9.3	81.8 ± 6.6	26.4 ± 2.3

TABELA XVI

Posto	Altura pluviométrica no semestre Abril-Setembro		
	Média (mm.) <i>M</i>	Desvio quadrático médio (mm.) σ	Coefficiente de variabilidade (%) <i>C</i>
Porto	355.5 $\pm$ 14.5	137.8 $\pm$ 10.3	38.8 $\pm$ 1.1
Coimbra	297.0 $\pm$ 8.3	99.6 $\pm$ 6.0	33.5 $\pm$ 2.2
Lisboa	171.5 $\pm$ 6.2	70.9 $\pm$ 4.4	41.2 $\pm$ 2.9
Évora	171.0 $\pm$ 6.6	77.0 $\pm$ 4.7	45.0 $\pm$ 3.2
Beja	147.8 $\pm$ 7.3	63.7 $\pm$ 5.2	43.1 $\pm$ 4.0
Lagos	90.4 $\pm$ 6.0	55.6 $\pm$ 4.3	61.5 $\pm$ 6.2
Faro	69.5 $\pm$ 5.7	50.4 $\pm$ 4.0	72.7 $\pm$ 8.5

TABELA XVII

Posto	Altura pluviométrica no bimestre Abril-Maio		
	Média (mm.) <i>M</i>	Desvio quadrático médio (mm.) σ	Coefficiente de variabilidade (%) <i>C</i>
Porto	208.8 $\pm$ 9.0	87.8 $\pm$ 6.4	42.0 $\pm$ 3.5
Coimbra	168.2 $\pm$ 6.3	75.9 $\pm$ 4.3	45.1 $\pm$ 3.1
Lisboa	99.5 $\pm$ 5.1	58.6 $\pm$ 3.6	58.9 $\pm$ 4.7
Évora	103.8 $\pm$ 3.9	44.9 $\pm$ 2.7	43.2 $\pm$ 3.1
Beja	90.0 $\pm$ 4.5	39.6 $\pm$ 3.2	44.0 $\pm$ 4.1
Lagos	60.4 $\pm$ 2.7	39.7 $\pm$ 1.8	56.4 $\pm$ 5.0
Faro	51.1 $\pm$ 3.9	34.8 $\pm$ 2.7	68.0 $\pm$ 7.3

TABELA XVIII

Posto	Altura pluviométrica no trimestre Junho-Agosto		
	Média (mm.) <i>M</i>	Desvio quadrático médio (mm.) σ	Coefficiente de variabilidade (%) <i>C</i>
Porto	104.8 $\pm$ 6.4	62.1 $\pm$ 4.6	59.2 $\pm$ 5.7
Coimbra	72.3 $\pm$ 3.4	41.1 $\pm$ 2.4	56.8 $\pm$ 4.5
Lisboa	27.0 $\pm$ 2.0	22.7 $\pm$ 1.4	84.0 $\pm$ 8.0
Évora	36.6 $\pm$ 2.8	32.6 $\pm$ 2.0	89.1 $\pm$ 8.6
Beja	27.0 $\pm$ 2.8	24.9 $\pm$ 2.0	92.4 $\pm$ 9.7
Lagos	11.6 $\pm$ 1.2	12.1 $\pm$ 0.9	104.3 $\pm$ 13.5
Faro	9.9 $\pm$ 1.1	10.0 $\pm$ 0.8	101.3 $\pm$ 13.7

É interessante estabelecer, embora apenas a título de indicação geral, uma comparação entre o modo como as chuvas ocorrem nas zonas portuguesas estudadas e em regiões onde a distribuição das chuvas se pode considerar a mais apropriada para o desenvolvimento das culturas económicas, a ponto de nelas se tornarem praticamente dispensáveis trabalhos de melhoramento hidráulico.

Evidentemente, uma comparação desta natureza só teria verdadeira significação se se tomassem em linha de conta todos os factores climáticos que influem, juntamente com a humidade, no crescimento das plantas. Como porém só se pretende examinar a questão na sua maior generalidade, recorrer-se há novamente ao exemplo da Alemanha, mencionado na pág. 21, notando que, como as temperaturas que prevalecem durante o ano são mais baixas neste país do que em Portugal, é de prever que as exigências de água sejam, na primavera e no verão, maiores no caso das regiões Portuguesas do que no das Alemãs.

A distribuição da chuva de 660 mm. de altura caída anualmente na Alemanha é, aproximadamente, a seguinte /4/:

TABELA XIX

Distribuição, por períodos, da chuva caída anualmente nas regiões agrícolas da Alemanha (mm.)

Semestre Outubro-Março.....	285
Bimestre Abril-Maio.....	95
Trimestre Junho-Agosto.....	220
Mês de Setembro.....	60
Total para o semestre Abril-Setembro.....	375
Total para o ano.....	660

Confrontando o valor 285 mm. com os valores das médias registadas na TABELA XV, verifica-se que estes últimos excedem aquele por uma margem que vai de 8 % (Faro) a mais de 200 % (Porto).

Em contraposição, a TABELA XVI indica que a chuva caída entre 1 de Abril e 30 de Setembro nas várias regiões portuguesas é muito inferior (20 a 80 %) a 575 mm., valor médio atribuído à precipitação, durante o mesmo período, nas diversas regiões alemãs.

No Bimestre Abril-Maio, a altura pluviométrica média excede bastante o valor 95 mm. nas regiões que se consideram definidas pe-

los postos do Porto e de Coimbra; aproxima-se do referido valor nos que aproveitam os dados dos postos de Lisboa e Évora; e é-lhe muito inferior nas que são caracterizadas pelos elementos colhidos pelos postos de Beja, Lagos e Faro.

É no Trimestre Junho-Agosto que a discrepância é mais acentuada entre os valores das alturas pluviométricas correspondentes a esse período nos diversos postos portugueses e o valor adoptado para referência (220 mm.). Assim, examinando os números da TABELA XVIII, constata-se que a média mais elevada que se regista, a do pôsto do Porto, não atinge 50 % dêste valor. Nos outros postos, as diferenças para menos são 68 % (Coimbra), 88 % (Lisboa), 84 % (Évora), 88 % (Beja), 91 % (Lagos) e 95 % (Faro). Há pois em Portugal um período do ano extremamente crítico, em que o *déficit* de humidade é geral no Litoral Norte e Centro e em todo o Sul do País, e assume proporções graves. Construindo tabelas da probabilidade das diversas alturas pluviométricas que ocorrem durante esse período, análogas à TABELA IV, e cujos dados se acham resumidos na TABELA XX, reconhece-se que, no Trimestre Junho-Agosto, a altura pluviométrica de 225 mm., tida como óptima na Alemanha, apenas é atingida no Alémdouro Litoral, e só excedida em 8 anos em cada série de 100. Nos outros sectores do País abrangidos pelos postos que têm sido considerados nunca foi registada.

TABELA XX

Altura pluviométrica no trimestre Junho- -Agosto (mm.)	Número provável de anos, numa série de 100, em que a altura pluviométrica relativa ao trimestre Junho-Agosto não excederá diversos valores						
	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
10	3	8	27	21	39	62	72
25	17	34	53	63	52	90	90
50	36	54	83	76	76	96	96
75	50	73	94	86	97	99	99
100	64	90	97	93	99	—	—
125	78	96	99	98	—	—	—
150	90	98	—	99	—	—	—
175	92	99	—	—	—	—	—
200	92	—	—	—	—	—	—
225	92	—	—	—	—	—	—
250	94	—	—	—	—	—	—
275	97	—	—	—	—	—	—
300	99	—	—	—	—	—	—

Apresenta também um certo interesse a comparação do regime pluviométrico no Trimestre Junho-Agosto das seis regiões fisiográficas do País a que se tem aludido com o da Itália /7/, cuja agricultura tem mais afinidades com a portuguesa do que a da Alemanha, sobretudo quanto às influências ecológicas que experimenta. Na Itália continental e peninsular, apenas duas regiões—as *Baixas do Tevere* e a *Planície do Lácio*, e as *Planícies da Apúlia e do Murge*—recebem uma precipitação estival inferior à do Além-Douro Litoral, e só uma—abrangendo a *Península de Salento e o Litoral Jónico*—recebe menor quantidade de chuva entre 1 de Junho e 31 de Agosto do que a Beira Litoral. Na Itália insular, a pluviosidade, ainda no referido período, é maior do que a registada em Lisboa, Beja, Lagos e Faro, à excepção das costas orientais e meridionais da Sicília, que apenas se avantajam ao litoral do Algarve. Todas as outras regiões italianas recebem no trimestre estival quedas pluviométricas que excedem consideravelmente as das zonas portuguesas estudadas. E, a-pesar-disso, uma grande extensão do território da Itália não dispensa durante essa época a rega, que abrange uma superfície de cerca de 1,500,000 hectares.

Como é da maior importância, dados os métodos de estudo do engenheiro hidráulico, analisar o modo como os valores das alturas pluviométricas se dispersam relativamente às respectivas médias, convém passar em revista os valores do coeficiente de variabilidade que figuram nas TABELAS XV-XVIII. No caso do Semestre Outubro-Março, esses valores variam entre 21.6 % e 30.1 %, tendo como média 26.8 %. No caso do Semestre Abril-Setembro variam entre o mínimo 33.5 % e o máximo 72.7 %, sendo a sua média 48.0 %. Assim, nota-se que a irregularidade das precipitações é muito acentuada durante o período relativamente seco, que é, como já se observou, o de actividade fisiológica mais intensa das culturas. No período de repouso vegetativo as oscilações da altura pluviométrica em torno da média são de amplitude comparativamente reduzida.

Não é para estranhar que os valores dos coeficientes de variabilidade que se determinam para as estatísticas pluviométricas do Bimestre Abril-Maio e do Trimestre Junho-Agosto sejam elevados, sobretudo no caso de último período mencionado, em que oscilam entre 56.8 % (Coimbra) e 104.3 % (Lagos). Um facto a notar é a coincidência do aumento de irregularidade do regime pluviométrico estival com a diminuição da altura média da precipitação registada durante o Trimestre Junho-Agosto.

O que fica exposto parece pois confirmar a conclusão de que,

nas seis zonas fisiográficas que se consideraram, se podem demarcar os seguintes períodos em que o ano agrícola se fracciona:

1) Um período de seis meses (Outubro-Março) de *chuvas abundantes*, durante o qual caem três quartos a quatro quintos das precipitações anuais, caracterizado, no seu conjunto, por uma certa *regularidade* (desvios de cerca de 30 % em relação ao valor médio da altura pluviométrica no período) embora as alturas correspondentes a cada mês possam variar consideravelmente de ano para ano. Durante este semestre as chuvas são em grande parte inúteis, ou inoportunas e prejudiciais, o que pode tornar necessários trabalhos de enxugo ou de defesa contra as águas correntes.

2) Um período de dois meses (Abril-Maio) de *chuvas abundantes* na parte Norte do Litoral, *suficientes* na parte central do Litoral, *um tanto deficientes* na parte Sul do País, caracterizado por uma *irregularidade pronunciada* (desvios de 40 % a 70 % em relação ao valor médio da altura pluviométrica no período). Durante este bimestre é mais freqüente a abundância do que a falta de chuva, podendo no entanto, em alguns anos, um pequeno número de regas moderadas beneficiar consideravelmente as culturas.

3) Um período de três meses (Junho-Agosto) de *escassez de chuvas*, cujo quantitativo não atinge um décimo do total anual, e de *grande irregularidade* de regime pluviométrico. Durante este trimestre as regas podem revestir uma notável utilidade, compensando a mais marcada deficiência do clima.

4) Um período de um mês (Setembro) que estabelece a *transição* entre os períodos de escassez e de abundância de chuvas.

Do que precede resulta que uma grande parte, pelo menos, do continente português está sujeita, cumulativamente, às desvantagens do *excesso de chuva* e da *falta de chuva*. O primeiro inconveniente traduz-se principalmente pela influência directa da chuva sobre o solo, sobretudo no que diz respeito à disponibilidade de reservas de substâncias nutritivas. As recentes investigações dos edafologistas, nomeadamente dos da Escola Russa /8/ evidenciaram o alcance dos processos de *lavagem* dos constituintes solúveis dos solos nos climas húmidos, processos que funcionam activamente em quasi toda a superfície do País. Outros inconvenientes do excesso de água, bem como os da falta de água nas terras, são pormenorizadamente discutidos nas obras da especialidade. Uma conclusão, porém, se pode tirar das considerações anteriores: e é que, ao passo que em algumas regiões do Mundo se suscita apenas o problema de conduzir água aos terrenos

agrícolas, e que noutras é o problema oposto—o de libertar os solos da água superabundante—o único que há a resolver, em Portugal ocorre a necessidade de atender a um e a outro.

10. Frequência dos dias de chuva

Se se dispozesse de elementos de informação mais completos do que os que proporciona a maioria dos nossos postos meteorológicos, seria da maior utilidade estudar minuciosamente a distribuição das chuvas dentro de cada período, visto que o caracter da precipitação influi bastante no modo como ela pode ser aproveitada. Uma determinada quantidade de água pluvial repartida por várias chuvadas de intensidade moderada, oportunamente distanciadas, tem um efeito bem diverso do que corresponde a uma precipitação equivalente que se realize em poucas horas, seguindo-se-lhe um prolongado período de seca.

Pode pois dizer-se que um estudo completo das precipitações que interessam uma dada zona agrária, ou uma dada bacia hidrográfica, deveria abranger os valores diários, ou, melhor ainda, horários da chuva caída; e conjugar-se com um exame adequado das relações que existem entre as quantidades de água pluvial recebidas pelo ter-

TABELA XXI

Índice de frequência dos dias de chuva							
Períodos	Porto	Coimbra	Lisboa	Évora	Beja	Lagos	Faro
Março-Outubro	0.59	0.44	0.43	0.37	0.40	0.26	0.28
Abril-Maio . . .	0.48	0.43	0.37	0.35	0.30	0.18	0.19
Junho-Agosto .	0.28	0.21	0.10	0.09	0.08	0.03	0.03
Ano	0.48	0.37	0.32	0.28	0.29	0.17	0.18

reno e as que podem ser nele útilmente armazenadas. Um tal conjunto de dados teria o maior valor para o objectivo da determinação do quantitativo do *escoamento* nas bacias hidrográficas.

À falta destas informações, é de uma certa vantagem considerar a frequência provável do número de dias de chuva nos diferentes períodos. Esta frequência pode exprimir-se por um número (*índice de frequência*) que é o valor da razão entre o número de dias de chuva e o número total de dias no período de que se trata $/4/$.

Os valores dos índices de frequência das chuvas que a TABELA XXI consigna são, de um modo geral, muito baixos em comparação com os que correspondem às regiões mais favorecidas sob este ponto de vista.

É principalmente durante o período Junho-Agosto que esta deficiência climática se acentua. Ao passo que na Europa Central e nas zonas cerealíferas da América do Norte o índice de frequência dos dias de chuva regula por 0.40 durante este período, o que significa que em cada série de 10 dias se podem esperar 4 dias chuvosos, no Alto Alentejo e nas Baixas do Guadiana não se pode contar com mais de 9 dias de chuva em cada 100 dias. No Semestre Outubro-Março há uma manifesta desproporção entre a abundante quantidade de água pluvial caída e o reduzido número de dias de água no pluviómetro, o que indica que é muito grande a *intensidade das chuvas* durante o referido período, facto posto em evidência nos trabalhos do PROF. FELIPE DE FIGUEIREDO /9/. No Bimestre Abril-Maio, em que tem especial vantagem as chuvadas leves, lentas e repetidas, os valores do índice de frequência que correspondem ao Alem-Douro Litoral e à Beira Litoral são razoavelmente elevados; nas outras zonas fisiográficas, porém, estão àquém do valor normal do índice de frequência das chuvas nas regiões onde as condições se consideram satisfatórias sob este ponto de vista.

11. Temperatura

De todos os factores climáticos, é a temperatura o que menor variabilidade apresenta numa dada região, de uma localidade para outra. Por este motivo, as informações dos postos meteorológicos, embora estes sejam pouco numerosos, permitem generalizações relativas ao regime térmico mais seguras do que as que dizem respeito ao regime pluviométrico. Além disso, e pela mesma razão, não são necessários períodos de observações tão extensos.

As TABELAS XXII e XXIII contém o resumo dos dados estatísticos relativos ao regime térmico das seis regiões fisiográficas estudadas que mais interessa considerar para o efeito da conjugação desses dados com os que se referem a outros factores do clima—nomeadamente a evaporação—sobre os quais a temperatura exerce pronunciada influência.

TABELA XXII

Temperaturas médias mensais e anuais (Graus centígrados)							
Meses	Porto	Coimbra	Lisboa	Evora	Beja	Lagos	Faro
I.	8.4	9.0	10.4	8.8	8.6	11.4	11.8
II.	9.6	9.6	11.1	10.1	9.7	12.3	12.6
III.	10.8	11.1	12.3	11.4	11.4	13.4	13.9
IV.	13.6	13.4	14.3	14.2	13.4	15.3	16.0
V.	15.9	16.0	16.7	16.7	16.6	17.7	18.2
VI.	18.1	18.1	19.1	18.8	19.8	20.0	21.0
VII.	20.2	20.5	21.2	23.1	24.1	21.9	23.4
VIII.	19.7	20.4	21.7	21.4	23.2	23.1	24.3
IX.	19.0	19.2	20.4	20.7	20.8	22.0	21.9
X.	15.3	15.5	17.0	16.5	16.6	18.5	19.0
XI.	11.4	11.9	13.5	12.3	12.2	14.8	15.2
XII.	9.6	9.8	11.6	9.7	9.6	12.6	12.9
Ano	14.3	14.5	15.8	15.3	15.5	16.9	17.5

TABELA XXIII

Média das temperaturas médias mensais nos diversos períodos do ano (Graus centígrados)							
Períodos	Porto	Coimbra	Lisboa	Evora	Beja	Lagos	Faro
X.—III.	10.8	11.1	12.7	11.5	11.3	13.8	14.2
IV.—IX.	17.7	17.9	18.9	18.9	19.6	20.0	28.8
IV.—V.	14.7	14.7	15.5	15.4	15.0	16.5	17.1
VI.—VIII.	19.3	19.6	20.6	20.6	22.3	21.6	22.9
IX.	19.0	19.2	20.4	20.7	20.8	22.0	21.9

12. Relações entre o regime pluviométrico e a temperatura

Para definir as relações entre o regime das chuvas e o regime da temperatura tem sido propostos diversos *coeficientes hidrotérmicos*, sendo um dos mais conhecidos o introduzido pelo PROF. R. LANG /10/. Este agrológista deu particular relêvo à ideia de que o efeito das chu-

vas não pode, de modo algum, ser considerado independentemente do da temperatura. Uma altura pluviométrica anual de 500 mm., por exemplo, tem um valor ecológico, e até, segundo LANG, *edafológico*, muito diferente, se a temperatura média durante o ano for de 10° C. ou de 20° C. A temperatura mais elevada ocasiona um maior consumo de água pluvial, porque coincide com ela uma mais intensa evaporação.

O PROF. LANG denomina *Regenfaktor* a relação N/T entre a quantidade total de chuva, em mm., caída durante o ano numa determinada zona, e a temperatura média anual, expressa em graus centígrados, registada nessa mesma zona, e avalia a maior ou menor *aridez* dos climas pelos valores do coeficiente N/T que os caracterizam (1).

HIRTH /11/ baseiando-se nas considerações de LANG, adoptou, para a delimitação das zonas mais ou menos áridas, as *isonótidas*, ou

TABELA XXIV

Pôstos	Valores do Regenfaktor
Porto.....	86.4
Coimbra....	66.0
Lisboa.....	44.0
Évora.....	41.1
Beja.....	35.7
Lagos.....	29.3
Faro.....	22.6

linhas de igual altura pluviométrica. No caso de Portugal, nota-se (TABELA XXIV) que a isonótida 40, que, para HIRTH, marca a separação entre regiões com caracteres hidrotérmicos muito distintos, circunscreve as Baixas do Guadiana e o Algarve.

O Regenfaktor do Alto Alentejo está muito próximo do limite citado, e o do Centro Litoral pouco se afasta d'ele. No Além-Douro Litoral e na Beira Litoral são os valores do referido coeficiente consideravelmente mais elevados.

(1) Este conceito tem sido objecto de larga discussão, indo os agrometeorologistas russos ao extremo de recusarem todo e qualquer valor aos coeficientes hidrotérmicos /24/.

13. Evaporação da superfície livre da água

A evaporação é um dos elementos climáticos cujo estudo mais sérias dificuldades oferece, já pela multiplicidade de factores que com ela se relacionam, já pelo facto dos dados dos postos meteorológicos que a êste fenómeno dizem respeito serem, praticamente, inaproveitáveis.

Nos postos meteorológicos mede-se, em geral por meio do evaporómetro de PICHE, a evaporação equivalente à que se opera da superfície livre da água contida num recipiente de determinadas dimensões, e gradualmente renovada. Ora os valores obtidos por êste processo são apenas números relativos, porque a quantidade de água evaporada varia proporcionalmente ao perímetro de superfície exposta, e portanto à raiz quadrada da respectiva área.

Tem sido propostas diversas fórmulas que procuram traduzir a relação entre o valor da evaporação de uma superfície livre de água e o dos principais factores que sobre ela exercem influência, sendo as mais conhecidas as de FITZGERALD /12/, BIGELOW /14/, VERMEULE /15/, STEFAN /16/, DALTON /17/ e HORTON /18/. Todas, porém, conduzem a resultados bastantes incertos e algumas são de difícil aplicação.

Do que precede resulta que, quando o engenheiro hidráulico precisa avaliar a evaporação que se efectua de uma superfície livre de água—como sucede no caso de se pretender medir as perdas por evaporação com que há a contar numa albufeira, num canal, etc.—nem o emprêgo de fórmulas, nem o recurso aos dados de postos meteorológicos mais ou menos próximos, podem conduzir a resultados seguros. O único processo a adoptar, segundo a autorizada opinião dos técnicos do U. S. Reclamation Service /13/ é executar experiências directas. O evaporómetro a utilizar para êste fim consiste num recipiente de secção circular, de 90 cm. de diâmetro, e altura não inferior a 45 cm., munido de um indicador de nível na parte central. Ao medir, cada dia, a evaporação, junta-se um volume de água igual ao que se evaporou durante o período de 24 horas precedente. A água é adicionada pouco a pouco, de modo que o nível suba 0.02 mm. de cada vez, até a superfície livre tornar a contactar com o extremo do indicador. Instala-se ordinariamente um pluviómetro ao pé do evaporómetro, para medir a quantidade de chuva que tenha caído neste, e que deve ser descontada. É preferível, quando se tem em vista medir a perda de água por evaporação da superfície de uma albufeira, que

o evaporómetro flutue sobre essa superfície, a uma distância bastante grande das margens.

14. Evaporação da superfície do solo. Intensidade da evaporação. Oportunidade para a evaporação

Não é porém a evaporação que se opera da superfície livre da água que o engenheiro hidráulico tem com mais frequência interesse em medir, mas sim a que se efectua da superfície de uma bacia hidrográfica, consistindo na sua maior parte em terrenos nus ou revestidos de vegetação. O problema, neste caso, reveste uma grande complexidade e uma dificuldade considerável, que principia logo que se trata de distinguir os diferentes factores que actuam sobre a evaporação.

A primeira circunstância, de importância fundamental, a que se tem de atender, é que, no caso da evaporação se operar da superfície do solo, ha dois factos a considerar, a saber: a *intensidade da evaporação*, isto é, a velocidade do fenómeno, ou antes, a taxa à qual êle se realiza, por um lado; e, por outro, a quantidade de água disponível para se evaporar, ou seja o que HORTON /18/ denominou a *oportunidade para a evaporação*.

É óbvio que, no caso de uma grande massa de água, como a que se encontra reunida numa albufeira, só interessa considerar a intensidade da evaporação, porque a reserva de água a vaporizar é muito avultada, e o reabastecimento é, a bem dizer, ilimitado; mas no caso do solo, em que a quantidade de água é limitada, e varia de local para local, o total de água que se evapora depende, não só da actividade com que o fenómeno se realiza, como ainda daquela quantidade. Basta esta circunstância para indicar que os dados dos postos meteorológicos, colhidos em condições de constância de oportunidade para a evaporação, não tem qualquer valor para o efeito de apreciação do quantitativo total de água que se evapora da superfície do terreno.

15. Factores que influem na intensidade da evaporação do solo

No que respeita à rapidez com que a evaporação se efectua da superfície do solo, o factor mais importante que há a considerar é a *temperatura do ar e da humidade sujeita à evaporação*, e neste facto

se baseiaram LANG e outros para proporem os seus coeficientes hidro-térmicos (§ 12).

Imediatamente após uma chuvada, a evaporação opera-se da superfície da terra tão rapidamente como da superfície da água, ou mais rapidamente até se o solo estiver muito sêco quando a chuva principiou a cair, porque em tal caso a temperatura do solo é, em regra, mais elevada do que a temperatura do ar. À medida que a evaporação prossegue, e que a humidade livre vai desaparecendo da superfície do terreno, a taxa da evaporação vai sendo cada vez mais reduzida.

O efeito da *velocidade do vento* sobre a rapidez da evaporação é muito sensível, como se conclui dos seguintes resultados de de observações de HENSELE /20/:

TABELA XXV

Natureza do terreno	Velocidade do vento (m./s.)				
	0	3	6	9	12
	Evaporação relativa				
Areia quartzosa	0.23	3.03	4.57	5.50	6.45
Terra franca (entorroadá).....	0.31	2.70	4.50	6.22	7.80
Terra franca (pulverulenta).....	0.49	2.93	4.83	6.27	7.90

NOTA—As observações incidiram sobre uma camada de solo com 100 cm. q. de área de superfície livre, e 30 cm. de espessura, contendo bastante água. A intensidade da evaporação acha-se expressa em gramas de água evaporada por hora, a uma temperatura de 17.0—17.6° C.

O terceiro lugar, por ordem de importância, entre os factores que contribuem para acelerar a evaporação, pertence à *tensão do vapor*. FITZGERALD acentua /21/ que é a tensão do vapor o factor operante, e não o *deficit de humidade do ar* (relativamente ao estado de saturação) como muitos investigadores supõem.

A *vegetação*, sobretudo florestal, projecta sombra sobre o terreno, e, conseqüentemente, reduz a velocidade da evaporação da sua superfície livre. Nas experiências efectuadas nos Estados Unidos a este propósito /22/ obtiveram-se os seguintes resultados, quanto à intensidade relativa da evaporação:

TABELA XXVI

Natureza do revestimento	Evaporação relativa
Solo sem qualquer revestimento vegetal ...	1.00
Solo ocupado por cultura cerealífera	0.80
Solo revestido de erva	0.70
Floresta pouco densa	0.60
Floresta densa, com manta viva abundante.	0.2 a 0.4

16. Factores que influem na oportunidade para a evaporação do solo

No que se refere à oportunidade para a evaporação, o factor de importância predominante é sem dúvida o *regime das chuvas*, isto é, o quantitativo, a intensidade e a distribuição das precipitações. Assim, as chuvadas leves e frequentes, que conservam húmida, mas não em excesso, a superfície do solo, proporcionam a máxima oportunidade para a evaporação; as chuvas lentas e prolongadas favorecem a infiltração; as bátegas súbitas e violentas aumentam o escoamento.

Outra circunstância que convém tomar em linha de conta é o facto das árvores, arbustos e outra vegetação *interceptarem* uma quantidade muito variável, mas em regra avultada, de água da chuva, que é evaporada antes de chegar ao solo. A percentagem de precipitação que é interceptada varia com a quantidade de chuva caída num período determinado; é muito maior no caso de chuvadas ligeiras do que no caso de aguaceiros pesados. Relaciona-se também com o carácter da vegetação; as árvores de folha caduca interceptam, como é natural, mais chuva durante a época de crescimento do que no inverno.

Os dados de observação relativos à quantidade de chuva interceptada são pouco numerosos. A média correspondente a 16 estações alemãs regulou por 25 % da chuva total caída. Observações executadas na Suíça durante 12 anos conduziram ao resultado de 16 %.

A oportunidade para a evaporação está, como é óbvio, em relação com as facilidades que se apresentam para o escoamento e para a infiltração da água. Tanto um como outra dependem, principalmente, de *factores topográficos* (Configuração do terreno, declive das verten-

tes, exposição; área da superfície de solo exposta; área da superfície de água exposta; etc.); de *factores agrológicos* (Estrutura do solo; dimensões das partículas; clima do solo—temperatura do solo, humidade do ar contido no solo—; permeabilidade; estado de pre-saturação; etc.); e ainda da *natureza e área ocupada pelo revestimento vegetal*.

A água que se infiltra pode ser, em parte, recuperada, quer através do solo, pela acção da capilaridade, (1) quer por intermédio

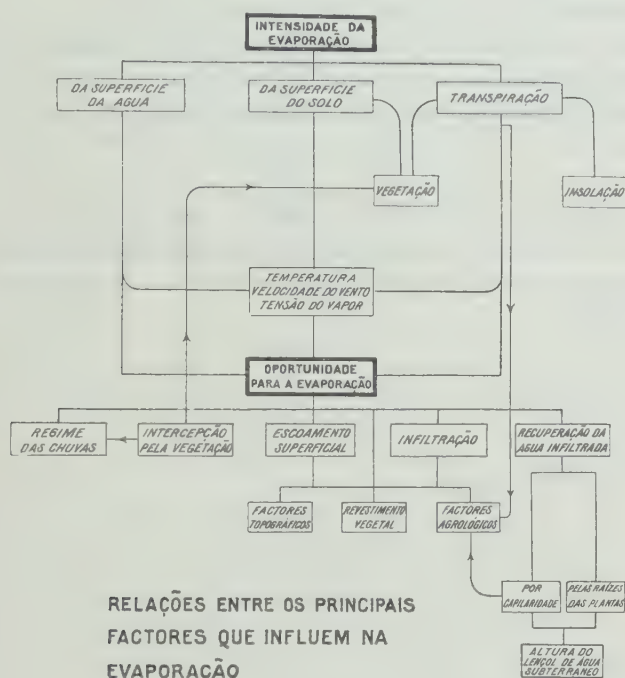


FIG. 9

das raízes das plantas. Em ambos os casos tem primordial importância a *profundidade a que se encontra o lençol de água subterrâneo*; e, no primeiro, a *capacidade do solo para reter a humidade*, e outras características agrológicas.

(1) Convém notar que as recentes investigações de KEEN parecem demonstrar que a distância a que a água do solo se pode deslocar sob a acção da capilaridade é bastante mais reduzida do que durante muito tempo se supoz [23].

17. Factores que influem na transpiração

A transpiração não é mais do que a evaporação que se opera pela cutícula e pelos estomas das plantas. A intensidade da transpiração é afectada pela *temperatura* e pela *velocidade do vento* e está relacionada com a *tensão do vapor*, do mesmo modo que a da evaporação que se efectua da superfície livre da água; é, além disso, poderosamente influenciada pela *insolação*, podendo dizer-se que, praticamente, a transpiração só se realiza durante as horas de sol. Quanto à oportunidade para a transpiração, depende sobretudo do *caracter e extensão da vegetação*, e da *quantidade de água contida no solo*, o que por seu turno se prende com as *propriedades agrológicas* que o caracterizam, e com as *condições de abastecimento de água* em que se encontra.

A Fig. 9 tem o objectivo de indicar, em esquema, as principais relações entre os factores mais importantes que influem, quer na intensidade da evaporação (física e fisiológica) quer na oportunidade para a sua realização.

BIBLIOGRAFIA

1. B. BARROS GOMES—1876—Condições Florestaes de Portugal.
2. A. BINNIE — 1892 — Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. 109.
3. W. P. CREAGER—1927—Rainfall. / Hydro-Electric Handbook, by W. P. CREAGER and J. D. JUSTIN.
4. H. ENGELS—1923—Handbuch des Wasserbaues.
5. W. FRECKMANN—1931—Die Massnahmen zur Kultivierung des Bodens. / Handbuch der Bodenlehre, Vol. 9.
6. J. VON HANN—1932—Handbuch der Klimatologie.
7. 1931—Caratteri pluviometrici delle regioni italiane durante il periodo estivo. / Le Irrigazioni in Italia.
8. K. D. GLINKA—1931 — Potchvovedenie e—1914—Die Typen der Bodenbildung.
9. F. DE FIGUEIREDO—1910—As Chuvas em Portugal.
10. R. LANG—1920 — Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde.
11. P. HIRTH—1928—Die Künstliche Bewässerung.
12. D. FITZGERALD—1886 — Transactions of the American Society of Civil Engineers, Vol. 15.
13. A. MEYER—1915—Ibid., Vol. 79.
14. F. H. BIGELOW—1912—Argentine Meteorological Office Bulletin 2.
15. C. C. VERMEULE—Report of the New Jersey Geological Survey.
16. J. STEFAN—1881—Versuche über die Verdampfung.
17. DALTON / KÖNIG—1927—Wasserleitungen und Wasserwerke.
18. R. E. HORTON —Engineering News Record, April 1917.
19. W. P. CREAGER—1927—Evaporation. / Hydro Electric Handbook.
20. J. A. HENSELE / E. WOLLNY—1893—Forschgn. Geb. Agrikult. Phys.
21. D. FITZGERALD / F. E. KANTHACK—1924—The Principles of Irrigation Engineering.
22. H. E. BABBITT and J. J. DOLAND— 1931—Water Supply Engineering.
23. B. A. KEEN—1931—The Physical Properties of the Soil.
24. A. L. SHATSKII —1930 — O hidrotermicheskom Koeffiziente / Trudy po Selskoxozyastevennoi Meteorologii, Vypusk XXI.

RÉSUMÉ

CONTRIBUTION A L'ETUDE DU CLIMAT DU PORTUGAL DANS SES RAPPORTS AVEC L'HYDRAULIQUE AGRICOLE

L'Auteur s'occupe des conditions météorologiques du Portugal au point de vue de leur influence sur la nature et l'étendue que doivent prendre les travaux d'irrigation et drainage dans le pays; il étudie les statistiques pluviométriques des régions agricoles où l'on peut compter sur un minimum de 35 années d'observations; il établit plusieurs courbes de la probabilité des hauteurs de pluie.

Une partie très considérable de la pluie annuelle tombe d'Octobre à Mars, ce qui rend souvent nécessaires des travaux de drainage et de protection contre les crues. Pendant la période Avril-Mai, la pluie est presque partout suffisante. La période Juin-Août amène la sécheresse, dont les conséquences sont parfois très graves, surtout dans la partie du pays au Sud du Tage. Il s'ensuit que des travaux d'irrigation s'imposent dans des régions susceptibles de subir les effets de l'excès de pluie pendant d'hiver. La complexité des problèmes d'Hydraulique Agricole au Portugal est donc très grande, et pour les résoudre il faut faire appel à toutes les ressources de la technique.

SUMMARY

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF THE CLIMATE OF PORTUGAL WITH SPECIAL REFERENCE TO RECLAMATION WORK

The writer deals with the climate conditions of Portugal with special reference to their bearing on the nature and extent of irrigation and drainage work. Rainfall statistics for such districts where fairly long records are available are analysed and the probability of the occurrence of given amounts of rainfall is estimated.

Most of the rainfall occurs during the Winter, from October to March, sometimes in excess. This entails the need of drainage and flood protection works. There is as a rule a sufficiency of rain in April and May, but the three-month period June-August is often extremely dry. Thus the need of irrigation may be urgently felt in many sections of the Country, especially South of the Tagus, and yet these sections may have to suffer in Winter from excess of rainfall. Portugal has to face a many sided problem as far as water is concerned, and the task of the Agricultural Engineer in the Country is a very difficult one.

ZUSAMMENFASSUNG

BEITRAG ZUR KENNTNIS DES KLIMAS IN PORTUGAL UND SEINER BEZIEHUNG ZUR KULTURTECHNIK

Der Verfasser behandelt die Regenverteilung in Portugal und gibt einige Wahrscheinlichkeitskurven der Niederschläge in verschiedenen portugiesischen landwirtschaftlichen Gebieten an. Der grösste Teil der Niederschläge fällt in die Wintermonate (Oktober bis März), oftmals in Ueberfluss. Dies erfordert Drainagearbeiten und Schutzmassnahmen gegen Ueberschwemmungen. In April und Mai sind die Niederschlagsmengen im allgemeinen hinreichend. In den drei Monaten Juni, Juli und August herrscht des oeffteren Trockenheit, weshalb sich Bewaesserung nicht nur von Nutzen, sondern auch als notwendig in denselben Gebieten erweist, die im Winter unter Wasserueberfluss zu leiden haben. So hat der Wasserbautechniker in Portugal erhebliche Schwierigkeiten zu ueberwinden.

Breves considerações sobre a protecção da flora nas colónias (1)

POR

C. DE MELLO GERALDES

Professor e director do Laboratório de Tecnologia Agrícola Colonial
no Instituto Superior de Agronomia
Director do Museu Agrícola Colonial

Sobretudo nos últimos dez anos, o movimento internacional a favor da protecção da natureza tem feito grandes progressos, como o atesta o número já bastante importante de organismos nacionais e internacionais (associações, comités, etc.) que dela se ocupam (e dos quais o mais importante é o *Office International pour la protection de la nature*, com sede em Bruxelas), a realização de congressos internacionais (o último dos quais se realizou em Paris em 1931) bem como a Conferência internacional para a protecção da flora e da fauna africanas, realizada em Londres, em Novembro de 1933, a convite do governo inglês, na qual foi discutida e aprovada uma convenção internacional a tal respeito.

Por outro lado, a legislação que existe sobre o assunto na maior parte dos países e das colónias, incluindo as nossas, é já assaz numerosa.

Porém, a verdade, é que os resultados práticos de tanto labor científico e legislativo são ainda bem mesquinhos. A razão é que o problema da defesa da natureza, é muito mais complexo do que se julga geralmente, e, por outro lado, fora de certos meios científicos, poucos são aquêles que se têm dado ao trabalho de estudar o magno problema da protecção da natureza, não obstante se tratar de uma questão fundamental para o futuro económico e mesmo social das

(1) Tese apresentada ao 1.º Congresso de agricultura colonial—Porto 1934.

colónias e, mais ainda, de um problema de capital interesse mundial. Temos já nalgumas colónias, legislação sobre a caça e a protecção das florestas, mas isso só não basta, porquanto se torna necessário completar a nossa legislação sobre protecção da natureza e *assegurar a sua severa execução*. Para o que, como muito judiciosamente diz o eminente professor do Museu de História Natural de Paris, Lacroix, «Il serait essentiel de faire comprendre aux *fonctionnaires coloniaux de tous ordres, aussi bien qu'aux colons*, qu'il s'agit là d'une question d'une importance à tous égards *primordiale dont ils ne se doutent généralement pas*» (1).

Conselho este que é comentado pelo sábio botânico, o professor E. de Wildeman, antigo director do Jardim Botânico de Bruxelas e um dos mais incansáveis propagandista da defesa da flora espontânea nas colónias, com es'outras palavras não menos judiciosas: «Cette éducation du blanc, fonctionnaire ou colon, est le point le plus difficile; des intérêts variés sont en jeu».

«Les centres européens de préparation coloniale *devraient être chargés de faire saisir à tous les futurs colons et fonctionnaires, l'importance pour l'avenir de la—protection—prise dans son sens le plus large*» (2).

Quanto a mim, a protecção da flora é a que maior interesse tem, quer sob o ponto de vista puramente científico, quer utilitário, mas é também sem dúvida a questão mais complexa e difícil de resolver praticamente, que comporta o problema da protecção da natureza.

A falta de tempo e também o facto de em congressos só se admitirem trabalhos com reduzido número de páginas, impõem-me o esboçar apenas o problema da protecção da flora nas colónias; e assim, apenas o tratarei sob uma forma tanto quanto possível sintética e especialmente com o objectivo de para êle chamar a atenção.



É lógico que, para racionalmente se determinarem os meios a

(1) Lacroix. Savant français ayant fait progresser l'agriculture au XVIII^e et au commencement du XIX^e siècle. Rev. Bot. appliquée et d'agriculture tropicale. Paris, N.º 138. Fev. 1933. p. 170.

(2) E. de Wildeman. Protection de la nature, protection de l'agriculture. Les problèmes qu'elles soulèvent. Inst. R. Col. Belge. Bul. des séances IV-1933-2, p. 427

empregar para evitar ou pelo menos reduzir, tanto quanto possível, a destruição da flora espontânea nas colónias, se comece por precisar quais são os agentes que a provocam.

Indiscutivelmente o agente responsável pela destruição da flora espontânea é o homem.

Como? O homem civilizado pela exploração irracional das florestas e pela desordenada expansão das suas culturas; o indígena, pela prática das queimadas e pelo uso do sistema de agricultura nómada, factores estes que têm, como consequência, a progressiva destruição das florestas primitivas e a sua substituição pelas chamadas florestas secundárias (muito diferentes das primitivas, visto nelas predominarem as espécies de menos valor) e muitas vezes pela savana, para só me referir aos factores de destruição da flora devidos ao homem, susceptíveis de serem anulados ou pelo menos reduzidos.

Determinados pois os factores que especialmente concorrem para a destruição da flora, é evidente que a única forma racional e lógica de resolver o problema da protecção da flora, é anular ou, pelo menos, reduzir ao mínimo praticamente possível tais factores. Mas, se é fácil enunciar tão importante problema e pô-lo em equação, outro tanto não sucede quando se pretende resolvê-lo na prática, porquanto a equação que traduz tal problema é apenas simples aparentemente, visto que ao desenvolvê-la, depara-se com não poucas dificuldades de várias ordens e natureza.

É que, na realidade, trata-se de uma questão sobremaneira complexa. Assim, um primeiro e sumário exame de tal problema, leva logo à conclusão que a criação dos chamados—*parques nacionais*—ou mais correctamente das—*reservas naturais integrais*—só por si não o resolve de maneira satisfatória, mesmo quando se restrinja só aos interesses das ciências naturais, ou seja ao seu aspecto científico; e isto, pelo facto de ser materialmente impossível criar o número de *reservas naturais integrais* que para tal seria necessário.

E por outro lado, a criação das *reservas naturais integrais* não é sempre essa coisa fácil que à primeira vista se poderia supor.

Com efeito, por definição, uma *reserva natural integral*, é uma área de algumas centenas ou milhares de hectares em que a *acção do homem não se deve fazer sentir*; do que resulta não ser permitida nela, a existência de povoações ou sequer o exercício de quaisquer actividades humanas.

De forma que têm de ser estabelecidas em territórios deshabi-

tados ou então desalojar os indígenas, transferindo-se as suas povoações e campos de cultura para outras regiões.

Ora é inútil lembrar, que isto nem sempre é fácil ou possível, tanto mais que as regiões florestais (que, é claro, são as mais interessantes) são as mais povoadas e as mais próprias para a agricultura.

Do que se conclue, que mesmo reduzido o problema da protecção da flora, à salvaguarda dos interesses científicos, há que lançar mão também de outros meios, além da criação das *reservas naturais integrais*, para o resolver.

De resto, o problema da protecção da flora é de tal forma importante e complexo, que êrro grosseiro seria (e de nefastas consequências) reduzi-lo apenas ao seu aspecto científico, aliás, só por si, digno da mais cuidada atenção, ponderado o seu elevado interesse.

De facto a protecção da flora tem um alto interesse, não só sob o ponto de vista científico, mas também económico e social, pois se a conservação das espécies vegetais, interessa à ciência, também interessa, é claro, à economia das colónias e até à economia mundial e ao bem-estar da humanidade; tanto mais, que ainda não se conhecem tôdas as espécies botânicas existentes nas colónias, nem mesmo o valor utilitário de tôdas as já classificadas.

E por outro lado, evitar tanto quanto possível a destruição das florestas e o empobrecimento das terras em humus pelas sucessivas queimadas, interessa sobremaneira à estabilidade dos climas, à manutenção das nascentes e cursos de água, à agricultura, à indústria e ao comércio, ou seja, portanto, ao meio físico, económico e social.

Quer dizer: o problema da protecção da flora, carece, *exige mesmo*, em nome dos mais altos e fundamentais interesses das sociedades humanas, que seja encarado sob os seus múltiplos e variados aspectos; que seja visto de bem alto, em ordem a poder ser abrangido em tôda a sua vasta amplitude e notável complexidade.

E assim, além da criação das *reservas naturais integrais*, e porque êste meio de protecção é, pela fôrça das circunstâncias, de aplicação muito restrita e conseqüentemente não garante suficientemente a protecção da flora espontânea de qualquer colónia, há também que metodizar, racionalizar, a exploração da flora e do solo, destruindo-se o menos possível e criando a maior sôma de riquezas derivadas da flora, por via de uma científica e racional exploração da natureza, porquanto só assim é que praticamente e com a máxima eficiência, se pode proteger a flora e assegurar o futuro da humanidade.

Do exposto lógicamente se infere, que o problema da protecção

da flora nas colónias, tal como êle *deve e tem* de ser encarado, só pode ter solução aceitável *desde que se combatam todos os factores que o originam*, quer dizer, se anulem ou se reduzam ao mínimo praticamente possível, as *causas* da destruição da flora, a-fim-de atenuar, tanto quanto possível, os seus *efeitos*, atenta a impossibilidade de as anular a tôdas.

Como já ficou dito, os factores da destruição da flora, susceptíveis de serem anulados ou reduzidos, são: o sistema de agricultura nómada, usado pelos indígenas; as queimadas; a desordenada expansão das culturas feitas por colonos e emprêsas e a irracional exploração das florestas. Torna-se pois necessário tratar agora dos meios a empregar para os anular ou reduzir os seus efeitos, além da criação das *reservas naturais integrais*.

Pelo que respeita à defesa das florestas, é preciso começar por fazer o reconhecimento florestal de cada colónia, em ordem a delimitar as zonas florestais que seja necessário manter para assegurar a taxa de arborização mais conveniente em cada uma delas.

Estas florestas devem ser consideradas domínio do Estado, mas como as exigências da civilização impõem a sua exploração, *esta só pelo Estado deverá ser feita*, visto ser esta a *única forma prática de as manter*.

A estas florestas, a que por opposição às *reservas naturais integrais* se pode chamar *reservas parciais*, convirá dar o nome oficial de *florestas* ou *matas nacionais*.

A questão da defesa das florestas nas colónias tem uma importância capital.

De facto, vem-se notando, não só nas nossas colónias, mas mais ou menos em tôdas as colónias e nos países novos, a regressão das florestas, isto é, as áreas arborizadas diminuem de ano para ano; e, por outro lado, está provado que o consumo anual de madeiras, lenhas, etc., no mundo, é já superior ao aumento anual da massa lenhosa dos maciços florestais de todo o mundo. Devendo notar-se que o consumo mundial de produtos lenhosos tende cada vez a aumentar mais. Além disso, só mantendo uma taxa da arborização conveniente em cada território, é que se pode conseguir manter o seu clima, as suas nascentes e o caudal dos seus cursos de água.

Há pois que pôr termo, quanto antes, à desordenada desarborização das colónias.

Mas se o reconhecimento florestal e a delimitação das zonas a manter arborizadas, demanda apenas uma sólida preparação agronó-

mica e muito bom senso, a exploração racional das florestas tropicais oferece presentemente as maiores dificuldades, visto que os conhecimentos que existem actualmente em matéria de silvicultura e de economia florestal tropicais são reduzidíssimos, especialmente pelo que respeita à África.

Do que se conclue que para resolver esta parte do problema, não basta que brigadas de engenheiros silvicultores e regentes florestais (de comprovada competência, escusado seria dizê-lo) procedam ao reconhecimento florestal e à delimitação das florestas a reservar para o Estado, em cada colónia. Porquanto se impõe a criação urgente de bem organizados e condignamente dotados *serviços florestais* em cada colónia, a-fim-de iniciarem *quanto antes*, os indispensáveis estudos e trabalhos de silvicultura e de economia florestal (que por sua natureza exigem muitas dezenas de anos), para que se possam explorar racionalmente as florestas tropicais, as quais, por serem heterogêneas (e em alto grau), quer sob o ponto de vista da sua composição botânica e da sua densidade, quer da idade das essências que as constituem e, além disso, não haver dados locais sobre o seu crescimento anual, são presentemente *inordenáveis*, dando ao termo *ordenamento* a rigorosa significação que êle tem em economia florestal. Não devendo esquecer-se que mesmo a aplicação às florestas coloniais, de qualquer processo rudimentar de ordenamento, exige demorados e conscienciosos estudos e trabalhos técnicos preliminares.

Pode-se pois afirmar que de entre os problemas agronómicos coloniais, *o problema florestal é não só fundamental, mas o de mais alta importância para o futuro das colónias e um dos de mais difícil e morosa solução.*

Mas delimitadas as florestas nacionais, há que as defender, assim como aquelas que embora não tenham sido reservadas para o Estado, convenha manter em regime de exploração tanto quanto possível racional.

Ora o *sistema de agricultura nómada* usado pelos indígenas é, indiscutivelmente, *o principal factor da destruição das florestas* e a seguir *as queimadas*. Portanto torna-se necessário substituir, a pouco e pouco, a agricultura nómada pela *agricultura estável*.

É certo que operar tal transformação é empresa de largo fôlego; com efeito, para o conseguir, é necessário levar os indígenas a usar racionais rotações de culturas e a empregar adubações (pelo menos adubos verdes) especialmente por via do ensino agrícola di-

recto, quer dizer, ministrado praticamente nos seus próprios campos de cultura.

É pois de sua natureza, uma transformação morosa e que exige, a-par de grande constância na acção, muita ponderação na forma de a realizar, a-fim-de que para garantir o futuro, não se comprometa o presente. Mas é absolutamente necessário que ela se faça; não só pelos motivos expostos, mas também por razões de ordem económica e social. Assim, o sistema de agricultura nómada, exige maior dispêndio de energia por parte dos indígenas do que a agricultura estável, visto que implica a necessidade de eles efectuarem periodicamente custosas derrubas ou pelo menos o amanho de savanas; e, além disso, um tal sistema é incompatível com a cultura intensiva.

E, por outro lado, enquanto tal transformação se não operar, é inútil legislar sobre direito de propriedade dos indígenas, com o fim de os prender à terra, visto que não há maneira prática de conferir e reconhecer direitos, sobre propriedades que periodicamente variam de área e de limites, porque o sistema de agricultura usado assim o exige.

Este assunto é pois da mais elevada importância; e, como se vê, interessa não só fundamentalmente à defesa das florestas (e portanto da flora) mas também à ordem económica e social das colónias.

Quanto às *queimadas*, ou seja a destruição pelo fogo da vegetação herbácea que reveste as savanas, modificam a flora espontânea e empobrecem as terras em matéria orgânica ou humus; e, além disso, a pouco e pouco vão destruindo as florestas vizinhas das savanas.

Eu sei que há quem sustente que as queimadas não modificam a flora espontânea. Porém, quanto a mim, julgo que é assaz difícil e ingrato defender tão estranha doutrina.

Há também quem defenda as queimadas, com o fundamento de que elas são necessárias para assegurar pastagens para os gados. O que é certo porém, é que os indígenas fazem, pelo menos as grandes queimadas, apenas com um fim venatório. Quer dizer, empregam-nas sobretudo, como processo sobremaneira primitivo e bárbaro de caça. E por isso, este cruel e destruidor processo venatório, é taxativamente proibido pela alínea 2.^a do artigo 10.^o da Convenção internacional para a protecção da fauna e da flora africanas, aprovada pela Conferência Internacional que se realizou em Londres em 1933.

E, por outro lado, há a ponderar que as queimadas constituem

um processo assaz primitivo, condenável e muito precário de obter pastagens frescas.

Com efeito, como as queimadas só podem ser feitas na estação seca, ou seja, uma só vez por ano, sucede que algum tempo depois de feitas, a vegetação atinge tal desenvolvimento que o seu valor forraginoso se torna medíocre. Portanto, para se obterem bons pastos naturais, o que é aconselhável, é levar o indígena a substituir as queimadas pela ceifa e a manter os seus gados em áreas mais restritas, visto que em tal caso a vegetação herbácea nunca poderá atingir grandes dimensões.

Mas há ainda a considerar o caso das queimadas feitas em regiões de savana, com o fim de destruir a vegetação espontânea para preparar as terras para a cultura.

É um processo rápido e fácil de limpar terrenos, mas não há dúvida, também, que se trata de um primitivo e irracional processo de amanho de terras, perfeitamente em oposição aos princípios da química agrícola.

Há pois toda a vantagem em, pelo menos, reduzir, a pouco e pouco, tanto quanto possível, o uso de tão bárbara prática, sendo além disso absolutamente necessário proibir, desde já, as queimadas nas proximidades das florestas.

Quanto aos outros factores da destruição das florestas já indicados, isto é: a *expansão das culturas feitas pelos colonos e empresas agrícolas* e a *exploração desordenada das florestas*, é claro que desde que sejam delimitadas as reservas naturais integrais e as florestas nacionais e assegurada a sua defesa, são eliminados estes factores, visto que elas não poderão ser objecto de qualquer concessão.

O que de modo algum quer dizer que não se sujeitem a uma judiciosa regulamentação as concessões de terrenos para culturas, assim como a exploração das florestas, que não seja necessário considerar como florestas nacionais; tendo-se, porém, sempre em vista que se deve facilitar e não criar desnecessários entraves ao desenvolvimento das actividades económicas nas colónias.

Visto que no campo económico e social, o fundamento ideológico do movimento a favor da protecção da flora, pode concretizar-se neste humano, moral e absolutamente legítimo conceito—*sem estorvar as legítimas, racionais e necessárias actividades económicas das gerações actuais, impõe-se assegurar o futuro daquelas que lhe não de succeder.*

O que é um ideal altamente altruísta, cheio de bom senso e profundamente humano.

Quer dizer, a protecção da flora tal como ela deve e tem de ser encarada, não é um problema que interessa apenas à ciência pura, como alguns, se bem que poucos, erradamente querem, esquecendo-se que assim, a-pesar-de tóda a alta consideração que merece a ciência, reduzem a proporções bem mais modestas, um problema de sua natureza grandioso e com um alevantado significado científico, económico e social.

Assim como não é, tam pouco, um problema cuja solução implique restrições incompatíveis com o desenvolvimento da produção agrícola, florestal e pecuária, como pretendem outros, porque não lhe descortinam os nobres, racionais e alevantados objectivos, assim como as benéficas consequências que, da resolução de tal problema, advirão justamente para êsse desenvolvimento.

Porquanto, em síntese, tal problema se resume apenas, em assegurar a conservação integral da flora espontânea em algumas áreas relativamente restritas em cada colónia, e fora dessas áreas, ou seja fora das reservas naturais integrais, em estabelecer com método e na medida do que seja praticamente possível, a ordem na exploração da flora onde quer que seja que se encontre a desordem; ou se quiserem, em substituir o irracional pelo racional, a rotina pela técnica, a destruição desordenada, que gera a ruína, pela exploração científica, que cria progresso, riqueza e bem-estar presente e futuro.

CONCLUSÕES

1.^a— O problema da protecção da flora espontânea nas colónias, *sobretudo da flora lenhosa*, é da mais alta importância, quer sob o ponto de vista científico, quer económico e social;

2.^a— O estabelecimento de *parques nacionais*, ou mais correctamente, de *reservas naturais integrais*, só por si não resolve o problema da protecção da flora espontânea nas colónias, tal como êle *deve e tem* de ser encarado.

Torna-se por consequência absolutamente necessário proteger

a flora também, tanto quanto possível, fora das reservas naturais integrais;

3.^a— O problema da protecção da flora espontânea nas colónias, considerado sob o seu aspecto económico e social, *é fundamentalmente um complexo problema agronómico*;

4.^a— É absolutamente necessário e urgente iniciar nas nossas colónias, a resolução científica e técnica do problema florestal, para o que é preciso:

a) Intensificar os estudos relativos à botânica sistemática da flora lenhosa de cada colónia;

b) Organizar convenientemente os serviços florestais nas colónias e dotá-los o mais largamente que seja possível. E admitir nestes serviços apenas engenheiros silvicultores e regentes florestais de reconhecida competência, já comprovada praticamente nos serviços florestais do Estado;

c) Proceder com urgência, ao reconhecimento florestal nas colónias e à delimitação das reservas florestais que forem julgadas indispensáveis, a-fim-de assegurar a taxa de arborização mais conveniente para cada colónia;

d) Considerar como *florestas* ou *matas nacionais* as reservas florestais indicadas na alínea c), as quais devem ser exploradas directamente pelo Estado e não deverão pois, *em caso algum*, ser objecto de qualquer concessão;

e) Iniciar *quanto antes* nas nossas colónias, os estudos de silvicultura e de economia florestal, necessários para a exploração racional das suas florestas.

5.^a— Torna-se necessário promover, *com toda a ponderação mas de uma forma efectiva e constante*, a substituição gradual do sistema de agricultura nómada, usado pelos indígenas, pela agricultura estável.

6.^a— Deve reduzir-se, tanto quanto possível, o uso das queimadas feitas pelos indígenas; e proibi-las nas proximidades das florestas. Assim como devem ser proibidas as queimadas feitas com fim venatório.

Sôbre o futuro da palmeira do azeite nas nossas colónias perante a concorrência das plantações do Oriente ⁽¹⁾

POR

C. DE MELLO GERALDES

Professor e director do Laboratório de Tecnologia Agrícola Colonial
no Instituto Superior de Agronomia
Director do Museu Agrícola Colonial

Não existe acôrdo entre os botânicos sôbre a origem da palmeira do azeite (*Elaeïs guineensis*, Jacq.). Assim ao passo que a maioria dêles a consideram originária da África tropical, outros (2) (se bem que em reduzido número) julgam pelo contrário que esta útil palmeira, foi importada da América tropical onde ela existiria em estado verdadeiramente espontâneo. Opinião esta que ainda recentemente foi combatida, com grande cópia de argumentos, pelo conceituado botânico professor A. Chevalier (3).

Seja porém como for, o que é certo, é que é em África que a palmeira do azeite se encontra actualmente em extensas áreas, em geral associada a diversas essências florestais, e que até há poucos anos, era só a África tropical que exportava os produtos oleaginosos de tão prestimosa palmeira, isto é o óleo extraído da polpa dos seus frutos (*azeite ou óleo de palma*) e as suas sementes (*coconote*).

Mas a palmeira do azeite que apenas existia no Oriente (importada da África) nos jardins botânicos, como planta ornamental, a partir de 1911, começou a ser cultivada com todo o esmêro, em

(1) Tese apresentada ao 1.º Congresso de agricultura colonial—Porto 1934.

(2) De Wildeman et Ledoux. Bul. Cercle Bot. Congolais. Vol. 1.º fasc. 3. (1933) p. 79.

(3) Aug. Chevalier. "La patrie des diverses Elaeis, les espèces et les variétés," Revue Bot. Appl. et d'Agr. tropicale. N.º 151—1934 p. 187.

vastas plantações, primeiro nas Índias neerlandesas (nas ilhas de Samátra, Java e Borneo) e depois nos Estados Malaioes, plantações estas que têm anexas fábricas modelares para a extracção do óleo de palma e do coconote.

De forma que a África tem que contar não só desde já, *mas sobretudo num futuro breve, com a concorrência do Oriente no comércio de exportação do óleo de palma e do coconote, concorrência esta muito para ponderar, especialmente pelo que respeita ao azeite de palma*, não só devido à óptima qualidade dos referidos produtos exportados pelo Oriente, mas também à sua quantidade, visto que o aumento de produção pode bem classificar-se sem exagêro, de assombroso, como vou demonstrá-lo.

A exportação mundial de óleo de palma e de coconote, pode ser computada nos últimos anos numa média anual de 270.000 toneladas de óleo de palma e 590.000 toneladas de coconote. Em 1932 a exportação mundial destes produtos foi a seguinte, em toneladas: (1)

	Óleo de palma	Coconote
Colónias da África ocidental francesa.....	14.624	70.962
Togo	955	10.018
Camarões.....	6.378	41.346
Colónias da África equatorial francesa.....	2.011	7.362
Serra Leoa	2.208	77.162
Nigéria	116.000	309.061
Congo belga.....	40.054	58.526
Índias neerlandesas.....	84.973	17.887
Estados Malaioes.....	7.905	1.248
	275.108	594.572

A que há a juntar a exportação das nossas colónias, a qual foi : (2)

(1) Der Tropenpflanzer, N.º 1, 1934, p. 35.

(2) Estatísticas oficiais.

	Óleo de palma	Coconote
Guiné.....	530	11,928
S. Tomé	639	3,319
Angola.....	4.082	5,995
	5.251	21,242

O que dá portanto para 1932, a exportação mundial total de 280.359 toneladas de óleo de palma e 615.814 toneladas de coconote.

Verifica-se pois que em 1932, já as plantações de palmeiras do azeite do Oriente, concorreram para a exportação mundial de óleo de palma com $1/3$, percentagem esta digna de fazer reflectir mesmo os mais optimistas em relação ao futuro da palmeira do azeite em África, porquanto se torna necessário não esquecer que a exportação do óleo de palma tem aumentado em África e que para atingir tão elevada percentagem, o Oriente não precisou de mais de uns escassos vinte anos, visto que principiou a cultivar a palmeira do azeite apenas em 1911, como já ficou dito.

Em relação ao coconote, vê-se que o Oriente ainda exporta uma quantidade relativamente pequena, mas como se trata dum produto de muito melhor qualidade do que a maior parte do coconote exportado pela África, é prudente não perder de vista também este facto que certamente terá como consequência, fazer baixar as cotações dos coconotes africanos produzidos pelos indígenas.

Não disponho ainda de dados estatísticos sobre a exportação de óleo de palma das Índias neerlandesas em 1933, mas pode-se desde já afirmar que ela foi maior do que em 1932.

Em 1928 as plantações de palmeiras do azeite nas Índias neerlandesas, ocupavam 50.324 hectares, mas quatros anos depois, ou seja em 1932, já cobriam uma área de 70.075 hectares em 43.833 (62 %) dos quais existiam plantações já em produção (1)

E por outro lado, a produção média de óleo de palma por

(1) The Malayan Agricultural Journal. Vol. XXII, 1934, N.º 2 p. 81.

hectare que em 1927 era de 1.217 quilos, atingiu em 1931, 1.778 quilos, tendo-se já registado produções superiores a 2.000 quilos (1).

De forma que dentro de poucos anos, só as plantações existentes nas colónias holandesas do Oriente em 1932, poderão, produzir nada menos de 140.000 toneladas de óleo de palma de superior qualidade ou seja *cêrca da metade da exportação mundial de óleo de palma em 1932*. Quanto aos Estados Malaíos, em 1933 a exportação de óleo de palma foi de 12.101 toneladas (2), quer dizer *aumentou mais de metade em relação à de 1932*.

Devendo notar-se que o desenvolvimento das suas plantações de palmeiras do azeite é também notável. Assim, ao passo que em 1930 estas plantações ocupavam a área de 18.311 hectares, esta superfície subiu a 23.052 hectares em 1931 (3).

Quer dizer, mesmo que se não façam novas plantações de palmeiras do azeite nos Estados Malaíos, a sua exportação de óleo de palma atingirá em breve *cêrca de 40.000 toneladas*.

Do que fica exposto há pois que inferir, que *num futuro muito breve, o Oriente produzirá mais óleo de palma do que tôda a África* (4).

Quanto ao coconote, se bem que a exportação do Oriente dificilmente possa atingir em curto prazo, quantidades que se assemelhem às exportadas pela África, há a ponderar, que o coconote produzido no Oriente provém todo de plantações e fábricas modelares, e que por isso é muito melhor apresentado e produz um óleo muito mais fino do que o coconote preparado pelos indígenas da África.

Tem-se pois que contar também que a concorrência das plantações do Oriente no comércio de exportação do coconote, sobretudo sob o ponto de vista da qualidade.

Os extraordinários resultados já obtidos no Oriente, com a cultura da palmeira do azeite, foram devidos em grande parte, sem som-

(1) Der Tropenpflanzer—1933—N.º 3, p. 130.

(2) The Malayan Agr. Jor. Vol. XXII. 1934. N.º 2, p. 111.

(3) Der Tropenpflanzer—1933, N.º 3, p. 130.

(4) Num artigo publicado recentemente no *Bul. des matières grasses de l'Institut Colonial de Marseille*, (N.º 12—Dezembro 1934, p. 1) sob o título "L'Exploitation du palmier à huile en Malaisie," diz o Dr. Tempany, director da Agricultura dos Estados Malaíos: "Il est probable que d'ici cinq ou six ans, la production totale de ces deux pays (Samatra e Estados Malaíos) attendra 180.000 tonnes d'huile de palme et si la demande mondiale ne devait pas augmenter, ont pourrait prévoir le temps ou la production de ces deux pays serait suffisante poui la satisfaire.,,"

bra de dúvida, a uma inteligente e persistente aplicação da ciência à agricultura, no que em matéria de agricultura tropical especialmente os holandeses são grandes mestres.

Trata-se pois, indiscutivelmente, de uma retumbante vitória da ciência e da técnica sôbre o empirismo e a rotina que infelizmente, pelo que respeita à agricultura, ainda vegetam excessivamente víçosos em África e muito especialmente nas nossas colónias, forçoso é confessá-lo, embora isso muito pese ao nosso patriotismo, porquanto entendendo que não é iludindo-nos conscientemente, mas sim apontando os erros e contribuindo lealmente para que êles sejam emendados que realmente se serve a Pátria.



O problema do futuro da palmeira do azeite em África, perante a concorrência das plantações do Oriente, tem pois para nós particular interesse, visto que o desaparecimento da exportação do óleo de palma nas nossas colónias ou mesmo apenas uma considerável baixa nas cotações, proveniente da inferior qualidade do azeite de palma e do coconote por elas exportados, causará novas perturbações económicas e financeiras, as quais se virão juntar às que já actualmente embaraçam sobremaneira o seu regular desenvolvimento e que já não são poucas.



Como se viu, as conclusões que ficam apontadas, baseiam-se em factos concretos e números, dignos de todo o crédito, atenta a sua origem.

Não se trata pois de deduções de permissas hipotéticas, geradas após locubrações mais ou menos fantasistas e eivadas de doentio pèssimismo, grave pecha que felismente não se conta entre os meus defeitos.

Dos números e factos apresentados outras conclusões portanto não é lícito deduzir. Ninguém poderá pois acusar-me, com bem fundamentadas razões, de ter esboçado o quadro com côres excessivamente

carregadas, tanto mais que fui até algum tanto optimista, porquanto não contei para os cálculos desde já, com futuras produções médias de 2.500 ou mesmo 3.000 quilos de óleo de palma por hectare, *se bem que tais produções já não sejam raras no Oriente*; não entrei em linha de conta com a Indochina e o Ceilão que possivelmente se tornarão também importantes centros de produção de óleo de palma e coco-note, assim como não considereí a selecção da palmeira do azeite, a criação de plantações regulares desta palmeira e o aperfeiçoamento do fabrico do óleo de palma e da preparação do coconote que mais ou menos se estão realizando em tôdas as colónias estrangeiras africanas que exportam tais produtos, se bem que se trate de factores que não são nada para desprezar.

Quer dizer, mesmo na própria África, se está operando uma transformação, embora lenta, pelo que respeita à exploração da palmeira do azeite, a qual terá como cosequência fatal, *a vitória dos bons sobre os maus produtos, os quais estão irremediavelmente condenados a serem eliminados dos mercados dentro dum futuro que tudo indica que não se fará esperar muito, tal qual como sucedeu já com as borrachas de baixa qualidade que hoje já pouco aparecem nos mercados, por terem sido batidas pelas óptimas borrachas das plantações do Oriente*.

Mas se não considereí também os referidos factores, é porque, julgo eu, não é preciso invocar outros argumentos além dos que primeiro apresentei, para convencer os mais incrédulos optimistas de que, na realidade, o futuro da palmeira do azeite em África está presentemente ameaçado de gravíssimo perigo que urge afastar.

A história repete-se; e não há dúvida que a África está na emi-nência de vêr repetir-se, pelo menos até certo ponto, em relação aos produtos oleaginosos da palmeira do azeite, o que sucedeu na América tropical com a borracha.

Quer dizer, hoje ainda existem na América, especialmente na bacia do Amazonas, vastos povoamentos espontâneos de árvores produtoras de borracha, considerados ainda há 30 anos como inexgotáveis mananciais da melhor borracha do mundo; e, por isso, os países que os possuem consideraram-se ao abrigo de qualquer concorrência; porém hoje as plantações metódicas, *feitas originariamente com sementes da Hevea brasiliensis importadas do Brasil* (que era o maior produtor de borracha de todo o mundo) encontram-se no Oriente e são elas que produzem quasi tôda a borracha consumida no mundo, e, o que é mais grave ainda, são elas que determinam as cotações mundiais da borracha.

Também não faltam palmeiras espontâneas e sub-espontâneas em África, porque se conta aos milhões, *mas simplesmente sucede que para se verem extensas e modelares plantações de palmeiras do azeite tem que se ir ao Oriente.*

Impõe-se pois evitar que a história se repita em relação ao óleo de palma e ao coconote das nossas colónias.

Urge acabar de vez com a nefasta ilusão da intangibilidade dos povoamentos espontâneos de plantas económicas, noção anacrónica que tantas ruínas e desilusões já gerou.

A era do impirismo já passou; e vivemos numa época em que só a ciência e a técnica podem assegurar prosperidade no presente e no futuro.

A plantação tem que substituir o povoamento espontâneo, cuja exploração só é admissível, como sistema transitório de exploração agrícola.



Do que fica exposto há pois que concluir, *que se torna absolutamente necessário que quanto antes, se estudem os meios práticos a adoptar para evitar os nefastos efeitos da concorrência dos produtos oleaginosos da palmeira do azeite provenientes do Oriente, nas nossas colónias que actualmente exportam tais produtos, e se lhes dê pronta e eficaz execução.*

Visto que se bem que tal seja deveras estranhável, a verdade é que nenhum interesse tem merecido até aqui êste importantíssimo problema por parte dos poderes públicos, apesar de se tratar de uma questão do mais alto interesse para a Guiné, Angola e mesmo S. Tomé.

Não obstante, já em meados de 1924, ou seja *há mais de dez anos*, numa tese que apresentei ao 2.º Congresso Colonial Nacional, organizado pela nossa Sociedade de Geografia, eu tive ocasião de chamar a atenção para tal problema, na seguinte passagem do referido trabalho (1): «Como é sabido, existem na Guiné e em Angola

(1) C. de Melo Geraldês. Fomento Agrícola Colonial—1924 p. 9-11.

extensos povoamentos espontâneos de palmeiras do azeite, os quais, até hoje, têm sido explorados quasi só pelos indígenas.

«Apezar porém dos produtos desta útil palmeira,—o azeite de palma e o coconote—representarem valiosos produtos de exportação, o Estado, por intermédio dos seus serviços de agricultura, nada tem feito no sentido de melhorar as condições, assaz primitivas, em que elles são explorados, do que resulta que o azeite de palma exportado pela Guiné e Angola tem uma elevada acidez, o que não só lhe diminue o valor para qualquer emprêgo industrial, mas o torna mesmo impróprio para o fabrico da margarina (actualmente o seu mais rendoso emprêgo) pois que para tal fim, não deve ter mais de 8 % de acidez; e o coconote apresenta-se por via de regra, muito partido e inquinado por impurezas várias.

«Pelo contrario no Oriente, nas *mesmas colónias* em que se preparou a ruína do Pará e Amazonas, está-se não só estudando, com todo o esmero a exploração racional da palmeira do azeite (que foi importada de Africa) mas desde 1911 que se começaram a plantar extensos palmares regulares e, mais modernamente, têm sido instaladas grandes fábricas para a preparação dos seus produtos, de harmonia com as indicações fornecidas pelos técnicos dos seus modelares estabelecimentos de investigação agronómica.

«Muitas dessas plantações, estão já em plena produção e nas revistas da especialidade, têm nestes últimos anos sido publicados artigos tendentes a demonstrar não com palavras mas com *dados estatísticos*, que dentro de alguns anos, os palmares do Oriente produzirão *tanto azeite de palma e coconote, como actualmente toda a Africa*.

«E forçoso é confessá-lo, não se exagera, porque não só as plantações do Oriente aumentam de dia para dia, mas faz-se nelas a cultura intensiva das melhores variedades proficientemente seleccionadas, ao passo que em Africa impera em larga escala a rotina e estão por explorar vastos palmares.

«Mas há mais! Não só a quantidade de azeite de palma produzida no Oriente nos deve fazer reflectir e agir, mas sobretudo o facto muito *mais importante, de elle ser de muito melhor qualidade*, mercê de um cuidadoso fabrico.

«Ora para prevenir a concorrência que *é fatal*, e evitar assim a crise que presentemente ameaça a nossa fértil Guiné e a prometedora Angola, há só, evidentemente, um caminho a seguir, o qual vem a ser, fazer em Africa o que se está pondo em pratica no Oriente, isto é *quanto antes* fomentar o estabelecimento de plantações metódicas e

de fábricas apetrechadas com a melhor maquinaria, promulgando por um lado as convenientes medidas de carácter administrativo, entre as quais sobrelevam as conducentes a facilitar o recrutamento da mão de obra, pois que a exploração dos palmares exige muitos braços e por outro lado, pondo os serviços de agricultura da Guiné e de Angola, em condições de poderem prestar uma eficaz assistência técnica, às empresas que se proponham explorar racionalmente a palmeira do azeite. É isto que urgentemente estão fazendo as demais nações, nas suas colónias de África, o que é mais um motivo para não perdermos sequer um instante».

Porém que eu saiba, êste meu apêlo apenas foi ouvido e mereceu judiciosos comentários, ao distinto director dos serviços aduaneiros da Guiné, Senhor Caetano de Sá o qual, num substancioso relatório sôbre os referidos serviços disse, referindo-se à passagem da minha tese que fica transcrita: «É um justificado grito de alarme que parece não ter sido ouvido, e por isso, apesar de aqui não ser logar próprio, eu quero secundá-lo não obstante a minha nenhuma autoridade».

«É absolutamente indispensável olhar-se carinhosamente para os nossos palmares, senão muito breve, veremos reduzido a zero um valor com que a natureza tão pròdigamente nos dotou» (1).

Não há pois tempo a perder, porque já se perdeu muito, e urge agir quanto antes.

Mas como? Mais uma vez se verifica que protelar a resolução de problemas que traduzem necessidades reais, é preparar maus dias, porquanto se corre o risco de os tornar insolúveis e de conseqüentemente provocar crises que poderiam ser evitadas ou de pelo menos os tornar de mais difícil solução, por se ter deixado passar a oportunidade mais conveniente para os resolver.

É que os tempos mudaram muito; e assim, a solução que preconizei em 1924, porque era então aquela que com mais segurança e mais ràpidamente, poderia resolver o problema, quer dizer «fazer em África o que se está fazendo no Oriente, isto é formentar o estabelecimento de plantações metódicas e de fábricas apetrechadas com a melhor maquinaria» julgo-a actualmente de muito difícil ou mesmo de impossível realização, pelos motivos que mais adiante indicarei.

(1) Direcção dos serviços aduaneiros, Relatório e resumo do movimento comercial e marítimo dos anos de 1921 a 1926. Bolama 1927, p. 15.

¿É porém possível actualmente adoptar outra solução de mais fácil realização?

Para se poder responder convenientemente a esta pergunta torna-se necessário, é claro, começar por concretizar tanto quanto possível a nossa situação perante a concorrência do Oriente.

Ora a situação é evidentemente esta, quer se queira quer não. O mercado metropolitano absorve apenas uma parte do óleo de palma e do coconote exportado pelas nossas colónias; e portanto mesmo que por uma protecção pautal adqüada se possa garantir a essa parte a sua colocação na metrópole, há que contar também com a venda do excedente no estrangeiro.

Isto na hipótese da metrópole se resignar a receber produtos de baixa qualidade, quando nos mercados mundiais abundar óleo de palma de fraca acidez e quási isento de água e de impurezas e coconotes livres de impurezas e quási só constituídos por sementes inteiras e bem secas e conservadas, dos quais se possa extrair óleo também de fraca acidez e sem rancidez.

Porque é preciso não esquecer, que o óleo de palma exportado pelo Oriente tem uma acidez que, pelo menos em geral, não vai além de 5 % de ácidos livres, ao passo que o óleo de palma, produzido pelos indígenas, exportado pelas nossas colónias, chega a acusar a percentagem de 90 % de ácidos livres (óleo de palma duro do Congo) e tem percentagens elevadas de água e impurezas. E que o coconote de produção indígena (que é a maior parte) é de inferior qualidade por ser mal preparado e apresentado.

E nestas condições, não será para admirar que o óleo de palma e o coconote de produção indígena passe num futuro breve, a não ter compradores ou só possa ser vendido por baixos preços, como succede com as borrachas africanas.

De forma que, mesmo que se possa contar com o mercado da metrópole, para a colocação de uma parte do óleo de palma e do coconote exportado pelas nossas colónias, há que não perder de vista os prejuízos consideráveis que causará apenas uma nova e importante baixa nas cotações dos óleos de palma e coconotes de inferior qualidade.

Portanto a situação é evidentemente esta: *ou conseguimos dentro de um praso curto, pruduzir óleos de palma e coconotes comparáveis aos que exportam o Oriente e já algumas colónias estrangeiras africanas, e teremos assegurado o futuro da exploração da palmeira do azeite nas nossas colónias; ou deixamos comodamente ficar tudo como está, e a*

Guiné e Angola terão que sofrer as conseqüências de uma crise semelhante à que nelas provocou a depreciação do valor das suas borrachas.

Mas com esta agravante, é que se então pelo menos até certo ponto, a borracha da Guiné foi substituída no quadro das exportações pelo acréscimo da exportação do amendoim, presentemente não é fácil indicar produtos que venham substituir, sob o ponto de vista económico, os produtos da palmeira do azeite. Quer dizer, não se trata de fomentar o aumento da produção do azeite de palma e do coconote, mas sim impõe-se melhorar consideravelmente a sua qualidade. E é exactamente este facto que torna nada fácil a resolução do problema.

Com efeito, as formas de explorar a palmeira do azeite em África, podem-se reduzir a cinco processos, a saber:

1.º Exploração das palmeiras espontâneas e sub-espontâneas e preparação do óleo de palma, e do coconote pelos indígenas.

2.º Exploração dos palmares espontâneos e sub-espontâneos e preparação do óleo de palma, por colonos ou pequenas sociedades com o auxílio da mão de obra indígena.

3.º Montar pequenas fábricas para serem abastecidas pelos indígenas, com frutos de palmeiras por êles exploradas.

4.º Concessão por largo praso a empresas, nas regiões em que existam palmares espontâneos ou sub-espontâneos, do exclusivo da exploração da palmeira do azeite, baseada na colaboração da empresa com o indígena.

Segundo este processo, a empresa teria a seu cargo a montagem e exploração de fábricas modelares, e os indígenas por sua conta, mas sob a direcção técnica da empresa e com o auxílio das autoridades administrativas e agrícolas, não só tratariam dos palmares já existentes, mas fariam em volta das fábricas, plantações regulares de palmeiras seleccionadas e só poderiam vender os cachos à empresa por preços fixados pelo govêrno de acôrdo com ela.

5.º Fazer em África o mesmo que se tem feito no Oriente e nalgumas colónias estrangeiras africanas, isto é, criar grandes plantações com palmeiras seleccionadas e montar fábricas dotadas com o melhor material, ou ainda, e como sistema transitório, abastecer estas fábricas por via da exploração directa e em larga escala dos palmares espontâneos e sub-espontâneos.

Como o óleo de palma de superior qualidade, comparável ao exportado pelo Oriente, só se pode produzir em fábricas bem ape-

trechadas em material e pessoal, e que possam tratar os cachos da palmeira do azeite logo depois de colhidos, e a exploração de tais fábricas só é económica desde que tenham grande capacidade, segue-se que por via dos três primeiros processos apontados, não é possível resolver o problema, mas apenas melhorar mais ou menos a qualidade dos produtos.

Restam pois apenas os dois últimos processos, únicos capazes de resolver cabalmente o problema sob o ponto de vista técnico e económico.

Porém, sem sólidas garantias da execução da legislação que sobre este assunto porventura venha a ser publicada, e um eficaz auxílio financeiro por parte do Estado, julgo que, presentemente, nenhum destes dois processos é susceptível de realização prática.

Com efeito é inútil tentar resolver o problema, contando só com a iniciativa dos capitais particulares (tanto mais que elle comporta, considerado sob o seu aspecto técnico, uma questão muito delicada como é a selecção das palmeiras, a qual exige muito tempo e grandes despesas) porque nos difíceis tempos que vão correndo, a norma seguida é esta: procurar, à custa dos maiores sacrifícios, manter as empresas já existentes, a fim de se poder salvar pelo menos uma parte dos capitais que nelas foram investidos, mas ninguém está disposto a imobilizar capitais nas colónias em novas empresas agrícolas.

Porque uma coisa é manter uma empresa, embora com prejuízo, mas com a esperança de futuros lucros e de se salvar pelo menos alguma coisa do que se gastou; outra coisa, e muito diferente, é criar uma empresa sem garantia alguma de que se obterão lucros, antes pelo contrário, visto que ninguém ainda vislumbra o fim da formidável crise que atormenta todo o mundo.

E é esta grande e formidável diferença, que aliás muita gente não quer compreender, porque de empresas nunca curou, que explica que no Oriente, apesar da tremenda crise que atravessamos, se façam ainda plantações de palmeiras do azeite.

É que de facto, não se trata de novas empresas, mas apenas de empregar velhas que noutros tempos tiveram grandes lucros, com a produção da borracha e que devido à enorme baixa das cotações da borracha, provocado por um grande excesso de produção, estão substituindo uma parte das suas plantações de *Hevea brasiliensis* por plantações de *Elaeis guineensis*.

Quer dizer, com as plantações de palmeiras do azeite, pretende-se sobretudo salvar os avultados capitais imobilizados em tempos

nas vastas plantações de borracha do Oriente. Não é porém, infelizmente, êste o caso nas nossas colónias.

É por isso que acima disse, que a solução que em 1924 preconizei para resolver o problema da palmeira do azeite na nossa Africa, a qual já muito antes deveria ter sido adoptada, não a julgo hoje realizável, ou pelo menos, será de muito difícil realização.

Mas o problema é então actualmente insolúvel? Eu não me atrevo a dizer que êle não seja susceptível de solução, mas não tenho dúvida alguma em afirmar, e da maneira mais categórica, *que êle se apresenta de muito difficil resolução e que só pela adopção dos processos de exploração da palmeira do azeite indicados acima, sob os números 4 e 5, é que êle poderá ser realmente resolvido.*

Tese esta que estou pronto a discutir com quem, apesar do que ficou exposto, persista em ter opinião contrária, pondo apenas esta aliás muito legítima condição: é que não lance mão de sofismas, artifício grosseiro que, por ter por único objectivo encobrir a verdade, eu julgo absolutamente impróprio de quem tenha uma noção exacta do que é a dignidade privada e profissional.

CONCLUSÕES GERAIS

1.º Só as plantações de palmeiras do azeite que existiam no Oriente em 1932, poderão dentro de curto praso (talvez não mais de 6 a 7 anos) *produzir para exportação, tanto óleo de palma como o que foi exportado por tôda a Africa em 1932, mas com a diferença que será todo de superior qualidade.*

2.º O extraordinário desenvolvimento que estão tendo as plantações de palmeiras do azeite no Oriente, assim como a transformação que se está operando em certas colónias estrangeiras africanas, em matéria de exploração da palmeira do azeite, *constituem um sério e autêntico perigo para a economia das nossas colónias da Guiné e Angola.*

3.º A única maneira prática de evitar a crise que ameaça essas nossas colónias, provocada pela concorrência dos óleos de palma e coconotes de superior qualidade, de proveniência estrangeira, consiste evidentemente em tratar, *quanto antes, de as colocar em condições de poderem exportar óleos de palma e coconotes com características semelhantes.*

O que implica a resolução prévia nessas colónias, do complexo

e difficil problema da exploração económica da palmeira do azeite, de harmonia com os preceitos que a ciência e a técnica aconselham.

4.º Atendendo à grande importância desta questão, e ao facto de não se poder contar para a sua resolução só com a iniciativa particular, torna-se necessário que com urgência, as estações officiaes competentes tomem a iniciativa do seu estudo profundo, com o objectivo de lhe encontrar solução prática.

E uma vez determinada a solução ou soluções mais convenientes, se lhes dê pronta execução.

